BIBLIOTHÈQUE SCIENTIFIQUE CONTEMPORAINE

LA PHOTOGRAPHIE

ET SES APPLICATIONS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

Bibliothèque Scientifique Contemporaine

A 3 FR. 50 LE VOLUME

Nouvelle collection de volumes in-16, comprenant 350 à 400 pages, imprimés en caractères elzéviriens et illustrés de figures intercalées dans le texte

La Galvanoplastie, le nickelage, la dorure, l'argenture et l'électro-métallurgie, par E. Bouant, agrégé des sciences physiques.

Les Phénomènes électriques de l'atmosphère, par G. Planté, lauréat de l'Institut.

Les Merveilles du ciel, par G. Dallet.

La Prévision du temps et les prédictions météorologiques, par G. Dallet.

Le Microscope et ses applications à l'étude des végétaux et des animaux, par Ed. Couvreur.

La Lumière et les couleurs au point de vue physiologique, par Aug. Charpentier, professeur à la Faculté de médecine de Nancy.

Les Anomalies de la vision, par Armand Imbert, professeur à l'École supérieure de pharmacie de Montpellier.

Hygiène de la vue, par les docteurs Galeyowski et Kopff.

La Navigation aérienne et les ballons dirigeables, par H. de Graffigny.

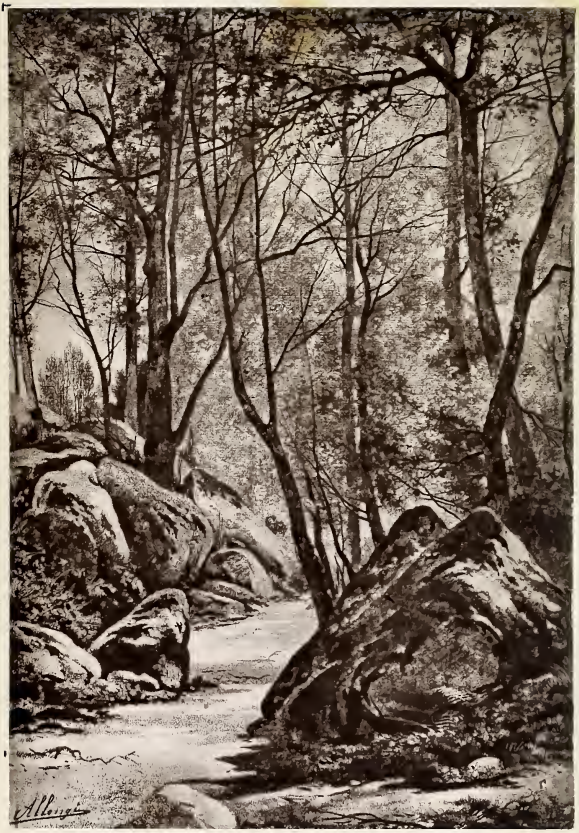
La Science expérimentale, par Claude Bernard, membre de l'Académie des sciences.

Ferments et fermentations, étude biologique des ferments, rôle des fermentations dans la nature et dans l'industrie, par L. Garnier, prof. à la Faculté de médecine de Nancy.

La Science appliquée a l'art militaire, par le colonel Gun.

TOURS, IMP. E. ARRAULT ET Cie

Lefèvre. — Photographie



FORÊT DE FONTAINEBLEAU

DESSIN D'ALLONGÉ D'APRÈS NATURE

REPRODUIT EN PHOTOGLYPTIE PAR LEMERCIER & Cie, RUE DE SEINE, 57. PARIS

LA PHOTOGRAPHIE

ET SES

APPLICATIONS AUX SCIENCES, AUX ARTS ET A L'INDUSTRIE

PAR

JULIEN LEFÈVRE

Professeur suppléant à l'École de Médecine de Nantes
Professeur à l'École des Sciences

AVEC FIGURES DANS LE TEXTE

et spécimens de procédés de reproduction

PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

RUE HAUTEFEUILLE, 19, PRÈS LE BOULEVARD SAINT-GERMAIN

1888

Tous droits réservés

Digitized by the Internet Archive
in 2016

https://archive.org/details/laphotographieet00lefe

PRÉFACE

Une véritable révolution dans les procédés de la photographie s'est accomplie dans les dernières années et a permis d'obtenir des résultats du plus haut intérêt et de résoudre d'importants problèmes dont on cherchait depuis longtemps la solution.

Les manipulations sont devenues tellement simples qu'il n'est presque personne aujourd'hui qui n'ait fait de la photographie. Il n'est personne du moins qui ne s'intéresse à cette science, si fertile en applications, et qui ne soit curieux d'en suivre le développement et d'en connaître les progrès ; mais peu de lecteurs ont le temps de parcourir de volumineux ouvrages. Telles sont les raisons qui nous ont déterminé à publier ce livre, dans lequel nous avons consacré la plus large part aux procédés et aux appareils les plus récents, et nous nous sommes attaché à faire

connaître les découvertes les plus nouvelles, notamment la méthode au gélatino-bromure d'argent, si répandue aujourd'hui.

Nous n'avons pas non plus négligé les applications si variées de la photographie ; nous les avons passées en revue dans la seconde partie, en insistant surtout sur les plus importantes : les différentes méthodes de gravure photographique, les applications aux sciences, à la médecine, à l'astronomie, aux études microscopiques, la photographie en ballon, etc. Nous avons décrit également les merveilleux résultats obtenus par la photographie instantanée et les services qu'elle a rendus à la science, en particulier pour l'étude de la locomotion. Enfin nous avons indiqué les formules relatives à chaque méthode, pour ceux de nos lecteurs qui voudraient en faire usage ; nous serions largement récompensé de nos efforts si nous pouvions inspirer à quelques-uns l'idée de consacrer leurs loisirs à la photographie.

JULIEN LEFÈVRE.

Mars 1888.

LA PHOTOGRAPHIE

ET SES APPLICATIONS

PREMIÈRE PARTIE

Méthodes et Appareils photographiques

CHAPITRE PREMIER

PRINCIPE DE LA PHOTOGRAPHIE

Découverte de la chambre noire par Porta. — Chambre sans lentille. — Chambre munie d'une lentille. — Disposition ordinaire de la chambre noire. — Objectifs. — Phénomènes chimiques de la photographie.

Il n'y a personne aujourd'hui qui, se trouvant dans l'atelier d'un photographe, n'ait désiré suivre au moins une partie des opérations ; et, prenant la place de l'opérateur sous le mystérieux voile noir, n'ait admiré les contours nets et précis, les couleurs vives et éclatantes de l'image renversée qui vient se peindre sur le verre dépoli placé au fond de la chambre noire. Fixer cette image, la reproduire avec tous ses détails, toutes ses couleurs, c'était un résultat capable de tenter plus d'un physicien et de nombreux essais ont dû se faire depuis l'époque déjà ancienne où Porta a inventé la chambre noire.

Chambre noire sans lentille. — L'appareil, imaginé par J.-B. Porta vers 1560, se composait primitivement d'une caisse complètement close, percée seulement sur l'un de ses côtés d'un orifice O de forme quelconque fig. 1), mais assez petit pour que nous

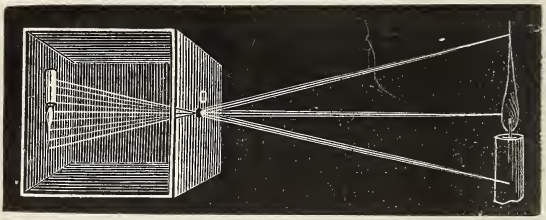


Fig. 1. — Principe de la chambre noire sans lentille.

puissions le considérer comme réduit à un point. Chaque point d'un objet quelconque, placé devant l'ouverture O, envoie dans la chambre un petit pinceau de lumière réduit sensiblement à une ligne droite, et par suite l'objet tout entier y fait pénétrer un faisceau lumineux qui prend la forme d'un cône ayant son sommet en O.

Tous les petits pinceaux lumineux continuent leur chemin sans se mélanger ni se confondre, et vont reproduire sur le fond de la chambre, dans leurs positions relatives, les différents points de l'objet dont on a ainsi une image complète, mais renversée, ainsi que le montre bien la figure. Remarquons de plus, qu'à cause de la séparation complète de ces petits faisceaux de lumière, il est inutile de mettre au point et l'image se forme toujours nettement, quelle que soit la distance du fond de la chambre à l'orifice.

Malheureusement, pour que le raisonnement précédent soit applicable, il est nécessaire que l'orifice O soit très-petit, afin que les pinceaux partis des différents points de l'objet puissent être considérés comme des lignes droites distinctes. Alors chaque point de l'image reçoit fort peu de lumière et l'ensemble est très-peu éclairé, ce qui rend impossible la reproduction photographique, au moins par les anciens procédés.

Si l'on veut remédier à cet inconvénient, il faut agrandir l'ouverture de la chambre pour avoir plus de lumière, et alors l'image perd toute sa netteté. En effet, les divers points de l'ouverture O agissent comme autant de petits orifices distincts et donnent autant de cônes différents, qui ne se confondent qu'en partie et projettent sur le fond de la chambre autant d'images différentes qui ne coïncident pas, mais empiètent les unes sur les autres ; les détails se confondent de plus en plus à mesure que l'orifice est plus grand et l'image finit par disparaître, ne laissant qu'une tache blanche sans contours définis.

Chambre noire avec lentille. — Frappé de ces défauts, Porta modifia son appareil en remplaçant le petit orifice O de la chambre primitive par une ouverture plus grande fermée par une lentille convergente. On sait qu'une lentille de cette espèce donnera sur le fond de la chambre une image renversée de l'objet, pourvu que celui-ci soit placé au delà du foyer principal. La figure 2 indique la marche des rayons qui vont former cette image.

Mais il y a ici une différence essentielle avec le cas précédent : les rayons vont converger dans un plan

parfaitement déterminé, de sorte qu'il est indispenble, pour obtenir une image bien nette, de *mettre au*

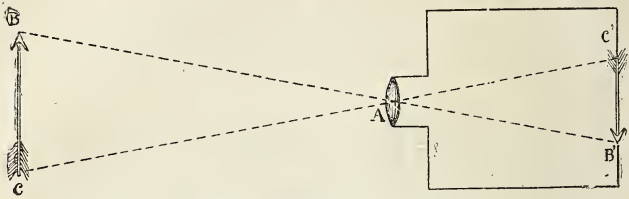


Fig. 2. — Principe de la chambre noire avec lentille.

point, c'est-à-dire de régler les distances de la lentille à l'objet et au fond de la chambre. Pour cela, le fond de la chambre est formé par une plaque de verre

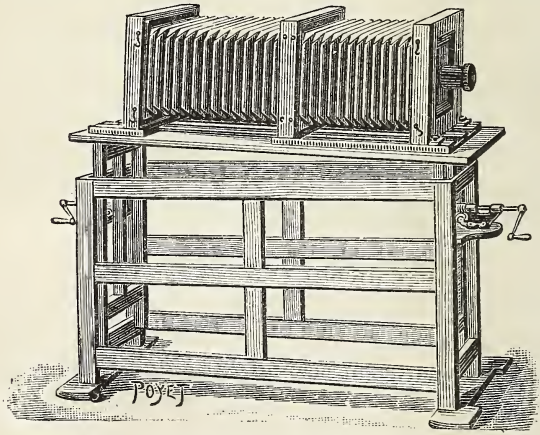


Fig. 3. — Chambre noire d'atelier à soufflet.

dépoli qu'on peut éloigner plus ou moins de la partie antérieure au moyen d'un tirage à coulisse ou mieux d'un soufflet (fig. 3) ; une crémaillère permet en outre

de donner à la lentille de petits déplacements en avant ou en arrière. Lorsqu'on veut faire la mise au point, on observe l'image formée sur le verre dépoli, en s'enveloppant d'un voile noir pour n'être pas gêné par la lumière qui viendrait frapper la face extérieure du verre, et en se servant d'une loupe, si c'est nécessaire. A l'aide des dispositions précédemment décrites, on arrive facilement à donner à l'image le maximum de netteté.

Objectifs. — Le plus souvent, on remplace la lentille convergente par des combinaisons de verres réfringents plus compliquées et appropriées aux résultats qu'on veut obtenir. Ces combinaisons sont appelées *objectifs*. Nous décrirons plus loin les principales dispositions d'objectifs, ainsi que les perfectionnements les plus importants apportés à la construction des chambres noires.

Phénomènes chimiques de la photographie. — Quand la mise au point est faite, on remplace la glace dépolie par une plaque recouverte d'une substance impressionnable par la lumière. Au bout d'un temps plus ou moins long, cette substance a subi un commencement de réduction ou tout au moins un changement d'état moléculaire dans les points qui ont été frappés par les rayons lumineux ; ce changement n'est pas suffisant d'ordinaire pour faire apparaître l'image qui reste latente. Mais si l'on soumet la plaque à l'action d'un autre composé appelé *révélateur*, elle est attaquée seulement dans les parties impressionnées. Quand l'image est devenue visible, il ne reste plus qu'à la *fixer*, c'est-à-dire à la laver avec une dissolution qui enlève la substance sensible non altérée et empêche ainsi toute action ultérieure.

CHAPITRE II

LES ANCIENS PROCÉDÉS

Le daguerréotype. — La photographie sur papier et sur albumine. — Avantages du collodion. — Composition du collodion; ses propriétés. Collodion photographique. — Liqueurs iodo-bromurées pour collodion normal. — Nettoyage et polissage des glaces. — Dépôt de la couche de collodion. — Sensibilisation. — Exposition. — Développement. — Renforcement. — Fixage. — Renforcement après fixage. — Vernissage.

Daguerréotype. — C'est à un Français que revient l'honneur d'avoir le premier fixé les images et obtenu des épreuves susceptibles d'être conservées. Joseph Nicéphore Niepce, alors officier en retraite, parvint, après de nombreux essais exécutés de 1813 à 1829, à avoir des images en impressionnant une feuille de cuivre plaqué d'argent recouverte de bitume de Judée, que la lumière rendait insoluble dans les blancs. On fixait en dissolvant dans un mélange d'huile de lavande et de pétrole le bitume non attaqué : la surface métallique, regardée sous un jour convenable, représentait les noirs du sujet. Niepce s'associa vers 1829 avec le peintre Louis Mandé Daguerre, inventeur du diorama, qui, après la mort de son associé imagina vers 1838 la méthode connue sous le nom de Daguerréotype.

Une feuille de cuivre plaqué d'argent est soumise aux vapeurs d'iode, qui la recouvrent d'iodure d'argent, puis placée dans la chambre noire. L'image reste invisible ; on la révèle en exposant la plaque aux vapeurs de mercure qui se fixent en gouttelettes très-fines sur les points où l'iodure a été décomposé par la lumière, et représentent par des parties mates les blancs du modèle. On fixe enfin l'image, c'est-à-dire que l'on dissout l'iodure non attaqué dans une dissolution concentrée de sel marin ou mieux, comme on l'a fait depuis, d'hyposulfite de soude. La surface argentée mise à nu figure les ombres.

Photographie sur papier et sur albumine. — Après avoir excité un véritable enthousiasme, cette méthode fut abandonnée au moment où elle semblait atteindre la perfection pour la photographie sur papier, inventée presque en même temps par Fox Talbot, et qui avait l'immense avantage de fournir par une seule pose, grâce à l'obtention d'une épreuve négative, autant d'images qu'on le veut.

Mais le papier manquait de transparence pour le tirage des positifs. Niepce de Saint-Victor, neveu du premier inventeur, le remplaça par le verre, à la surface duquel on retenait la couche sensible de sels d'argent en déposant d'abord une pellicule mince d'albumine. La photographie sur albumine donnait des épreuves d'une finesse qui n'a jamais été égalée depuis ; aussi est-elle encore employée aujourd'hui dans les reproductions pour lesquelles on fait passer cette qualité avant toutes les autres.

Avantages du collodion. — Malgré ces avantages incontestables, la longueur de l'exposition à la

chambre noire et surtout celle des manipulations fit abandonner cette méthode peu d'années après son apparition pour la photographie au collodion, qui venait d'être découverte.

Ce procédé ayant été pendant longtemps et jusqu'à ces dernières années à peu près le seul en usage, nous en indiquerons les différentes opérations.

Composition et propriétés du collodion. — On donne le nom de collodion au produit obtenu en dissolvant le fulmi-coton dans l'éther. Le fulmi-coton, découvert par Maynard, se prépare en laissant, pendant quelques instants, du coton cardé dans l'acide azotique concentré et fumant ; on lave ensuite à grande eau et on sèche. Le composé ainsi produit à l'aspect du coton ordinaire, mais il est plus rude au toucher et possède la propriété de brûler très-vite et sans laisser de résidu. Enfin ce fulmi-coton, en se dissolvant dans l'éther, donne un liquide épais et visqueux, ayant l'odeur de l'éther, le collodion, qui, exposé à l'air, laisse évaporer le dissolvant et dépose une pellicule mince de fulmi-coton. C'est cette dernière propriété qui, en 1851, fut appliquée à la photographie à peu près simultanément par Legray, Fry et Archer, pour recouvrir les plaques de verre d'un enduit capable de retenir les substances sensibles, et qui permit d'augmenter la sensibilité et d'obtenir des épreuves beaucoup plus rapides.

Il faut observer que l'action de l'acide nitrique sur le coton ou la cellulose donne trois produits de composition différente : l'un, désigné en chimie sous le nom de cellulose décanitrique est le coton-poudre proprement dit, celui qu'on a tenté autrefois

de substituer à la poudre de guerre, et qui peut être avantageusement employé à sa place dans certains cas.

Le composé qui convient le mieux à la préparation du collodion n'est pas le précédent, mais un produit moins riche en acide azotique, la cellulose octonitrique, qui se prépare en plongeant le coton cardé dans un mélange refroidi à 30° d'acide sulfurique concentré et d'acide azotique de densité 1,367. Après un séjour de vingt-quatre à trente-six heures, on enlève le coton, on l'exprime entre des baguettes de verre, puis on lave à grande eau et l'on sèche à l'air libre. Le composé obtenu est insoluble dans l'alcool et dans l'éther, mais soluble dans l'éther contenant $\frac{1}{3}$ de son poids d'alcool. Mélangé avec un peu de glycérine ou d'huile de ricin, il donne par évaporation une pellicule assez résistante et très-élastique.

En réalité, dans la préparation du coton-poudre pour la photographie, il arrive souvent qu'on ne se conforme pas exactement à la formule que nous venons d'indiquer. On obtient alors des mélanges de composition variable et doués par conséquent de propriétés différentes. Ainsi en se servant du mélange d'acides nitrique et sulfurique, si la température est inférieure à 60°, on obtient un produit qui garde sensiblement l'aspect du coton. Au contraire, en employant un mélange d'azotate de potasse et d'acide sulfurique, on a un composé jaunâtre, à fibres courtes et friables. Il donne à dose égale un collodion moins épais et par suite des pellicules qui ont moins de cohésion et se laissent pénétrer plus facilement par les acides.

Collodion photographique. — Le produit employé par les photographes n'est pas celui dont nous venons d'indiquer les propriétés et que nous appellerons pour le distinguer *collodion normal*; c'est un mélange de collodion normal avec une certaine quantité d'iodures et de bromures destinés à se transformer dans le bain sensibilisateur en iodure et bromure d'argent.

M. Van Monckhoven a étudié le rôle des diverses substances qui composent le collodion photographique. Suivant la fabrication du coton-poudre, on obtient des liquides plus ou moins épais. S'il a été préparé à froid, le collodion sera peu fluide, très-sensible et donnera des images peu vigoureuses. Si au contraire il a été fait à 50° ou 55°, il formera une couche mince, moins sensible, mais donnera des épreuves très-vigoureuses.

S'il est trop fluide, on peut y remédier en le sensibilisant seulement avec des sels de cadmium, par exemple 10 gr. d'iodure de cadmium et 4 gr. de bromure du même métal pour un litre. Mais on ne pourra s'en servir qu'au bout d'un mois.

Si, au contraire, il est trop épais, on pourra lui ajouter des sels ammoniacaux, par exemple pour 1 litre 5 gr. d'iodure d'ammonium et autant d'iodure de cadmium, 2 gr. de bromure d'ammonium et 2 gr. de bromure de cadmium. Ce produit pourra servir après 3 ou 4 jours, mais sera hors d'usage au bout d'un mois.

Le brome donne au collodion la propriété d'être impressionné par des lumières très-faibles et par la lumière verte, ce qui permet de reproduire des objets ayant des tons très-variés.

Le collodion neuf donne en général des images peu vigoureuses, mais très rapides; lorsqu'il est vieux, il fournit des effets très intenses, mais plus lentement. La sensibilité va ainsi en diminuant, et, après un certain temps, le liquide, complètement altéré, ne peut plus servir.

Les meilleurs collodions sont ceux qui gardent une teinte jaunâtre au légèrement ambrée. Il y en a qui se décolorent par la présence de produits alcalins; ils donnent des images voilées et comme enfumées; on peut y remédier par l'addition d'iode ou l'emploi d'un bain d'argent plus acide. D'autres deviennent rouges grâce à la présence de produits acides, par exemple un coton-poudre mal lavé; on peut leur ajouter un peu d'ammoniaque, mais on ne parvient pas à les rendre bons. Enfin, il y en a même qui deviennent bruns; ce sont les plus mauvais.

Il est facile de comprendre qu'on devra choisir le collodion le plus convenable suivant le but que l'on se propose. Pour les reproductions, on prendra un collodion vieux qui donnera des effets heurtés et dessinera vigoureusement tous les traits; s'agit-il au contraire de portraits, on prendra un collodion neuf qui donnera des effets plus rapides et reproduira plus exactement le modelé et les demi-teintes.

Liqueurs iodo-bromurées pour collodion normal. — Il résulte aussi de ce qui précède qu'il est préférable de préparer d'avance une certaine quantité de collodion normal et de faire d'autre part une dissolution d'iodures et de bromures en proportion convenable : on mélange ensuite à mesure des besoins.

C'est ce que font les fabricants de produits photo-

graphiques, et le collodion conservé ainsi pendant longtemps (deux ans environ) avant d'être mélangé avec l'alcool chargé de sels acquiert une pureté et une finesse qu'il est impossible de lui donner autrement. Aussi achète-t-on le plus souvent le collodion tout préparé au lieu de le faire soi-même.

Néanmoins, comme nous nous proposons d'initier le lecteur à toutes les opérations dont se composent les divers procédés photographiques, nous donnons ci-dessous quelques formules de collodion normal avec celles des liqueurs iodo-bromurées qui leur correspondent.

1° Ether rectifié . .	1,000 centim. cubes
Coton-poudre . .	20 gr.
Alcool à 40°. . .	500 centim. cubes

On ajoute à ce collodion normal $\frac{3}{4}$ de son volume du mélange suivant :

Alcool à 30°	500 centim. cubes
Iodure de cadmium et de potassium.	40 gr.
Bromure de cadmium.	16 —

2° Ether rectifié. .	600 centim. cubes
Alcool à 40° . .	300 — —
Coton-poudre. .	12 gr.

Ajouter $\frac{1}{10}$ de son volume du liquide suivant :

Alcool absolu	250 centim. cubes
Iodure d'ammonium . . .	10 gr.
Iodure de cadmium. . . .	10 —
Bromure de cadmium . .	10 —

On ajoute une paillette d'iode.

Nettoyage et polissage des glaces. — Avant d'être couvertes de collodion et plongées dans le bain sensibilisateur, les glaces doivent être parfaitement nettoyées. On commence par les couper à la grandeur

voulue et l'on use les bords avec une lime douce. Nous n'insisterons pas sur ces deux opérations qui n'offrent aucune difficulté. Mais il n'en est pas de même du nettoyage qui doit être fait avec le plus grand soin : la moindre parcelle de substance restée sur le verre, les traces de matière grasse laissées par le contact des doigts suffisent pour produire sur le cliché des taches irréparables.

Il y a bien des manières de faire cette opération. On réussit très-bien en employant des cristaux de soude

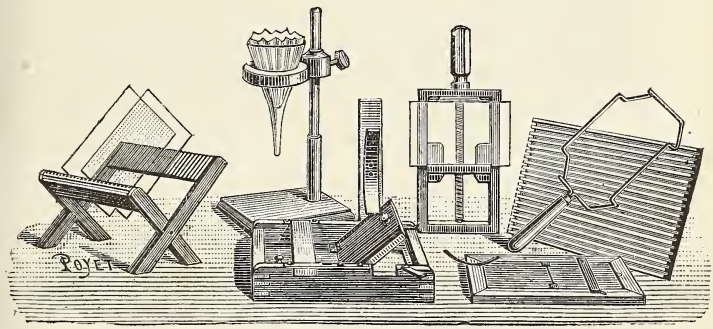


Fig. 4. — Egouttoir et appareils divers (Enjalbert).

qu'on dissout, dans la proportion de 50 gr. pour un litre d'eau ordinaire.

On peut rendre l'action encore plus énergique en ajoutant 25 gr. de chaux éteinte.

Après un temps suffisant, on enlève les glaces avec une pince en bois, on les passe dans l'eau ordinaire ; s'il se forme alors à leur surface un dépôt blanc de carbonate de chaux, on les plonge dans l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, on les lave encore et on les laisse sécher sur un égouttoir (fig. 4).

Les glaces ainsi nettoyées sont le plus souvent en état de servir.

On peut par prudence les polir au moment de les employer avec un peu de tripoli ou de terre pourrie.

On essuie avec des tampons de papier joseph. On peut utiliser pour cette opération le polissoir à vis de serrage que montre la figure précédente, à côté d'un égouttoir et de divers instruments, entre autres un châssis ordinaire pour positifs et un châssis américain sans glace pour le même usage.

Le mode de nettoyage suivant donne également de très-bons résultats : on laisse séjourner les glaces pendant douze heures dans une solution de bichromate de potasse additionnée d'acide sulfurique. On remplace ensuite le liquide par de l'eau pure, on achève de laver les glaces sous le robinet et on les essuie avec du papier joseph.

On saupoudre alors de tripoli très fin et l'on frotte en tournant toujours dans le même sens avec un tampon de coton cardé imbibé d'alcool et d'eau.

On achève le nettoyage en frottant de même avec un second tampon sec, puis avec un troisième saupoudré de talc, ce qui évite les taches et donne une plus grande adhérence à la couche de collodion.

On est certain qu'une glace est parfaitement propre lorsqu'en soufflant sur sa surface, la buée disparaît rapidement et d'une manière régulière, sans laisser aucune trace.

Dépôt de la couche de collodion. — Lorsqu'on est prêt à faire un cliché, on prend une glace parfaitement nettoyée, on passe à la surface, pour enlever la

poussière, un blaireau destiné spécialement à cet usage et l'on étend le collodion.

Pour cela, on saisit l'un des angles de la glace entre le pouce et l'index de la main gauche, et l'on enlève de la même main le bouchon du flacon qu'on prend de la main droite. Tenant ensuite la plaque presque horizontale, on verse dans la partie placée à droite et la plus éloignée, une quantité de collodion largement suffisante ; en inclinant légèrement la plaque d'abord à gauche, puis du côté de la main, on fait couler le liquide visqueux qui envahit d'abord les parties éloignées, puis les points plus rapprochés de la main en couvrant toute la surface d'une façon régulière sans laisser de vides ; on réserve seulement le coin tenu à la main pour pouvoir manier la glace. Enfin on fait couler l'excès de liquide dans le flacon par le coin de droite le plus rapproché, en inclinant la plaque alternativement à droite et à gauche pour empêcher le collodion qui s'écoule de former des stries qui se verraient sur l'épreuve.

Sensibilisation. — On attend une $\frac{1}{2}$ minute environ pour laisser le collodion se fixer, puis l'on porte la plaque dans le bain d'argent. Cette nouvelle opération doit se faire dans l'obscurité, tandis que la précédente peut s'accomplir à la lumière.

Le bain d'argent est généralement composé de :

Eau distillée. . . .	1,000 gr.
Nitrate d'argent . .	80 —

On ajoute quelques gouttes de teinture d'iode ou 0,5 gr. d'iodure de potassium, et l'on filtre sur du coton. Ce bain doit rester un peu acide et par consé-

quent rougir très-légèrement le papier bleu de tournesol ; s'il n'en est pas ainsi, il faut ajouter quelques gouttes d'acide azotique faible.

La dissolution est versée dans une cuvette à recouvrement (fig. 5). On place la partie recouverte à sa

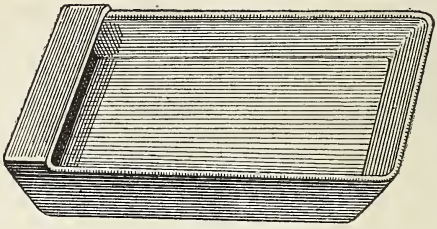


Fig. 5. — Cuvette à recouvrement.

gauche et l'on incline la cuvette de manière à faire tomber tout le liquide dans cette partie ; on pose alors la glace à sec sur le fond, le côté collodionné en dessus et l'on ramène vivement la cuvette, de façon que le liquide recouvre la plaque d'un seul coup. On soulève celle-ci de temps en temps à l'aide d'un crochet pour l'examiner, et on l'enlève quand la dissolution ne forme plus de traînées huileuses à la surface.

On l'égoutte sur du papier buvard et on la met dans un châssis négatif, en ouvrant la porte placée derrière, on referme et l'on porte dans la chambre noire où l'on ouvre le côté antérieur du châssis pour exposer à la lumière la face sensibilisée de la plaque de verre.

Exposition. — La pose doit être terminée avant que la plaque commence à sécher, car sans cette précaution il se produirait des taches qui perdraient l'épreuve.

Développement. — Au sortir de la chambre noire, lorsque la plaque a subi pendant un temps suffisant l'action de la lumière, l'image n'est pas visible, il faut encore la révéler ou la développer, la renforcer si c'est nécessaire, puis enfin la fixer.

Beaucoup de substances peuvent servir de développateurs. On se sert généralement de l'acide pyrogallique ou de sulfate de fer ; ce dernier est le plus employé. Voici deux formules indiquées par MM. Barreswill et Davanne :

1° Solution saturée de sulfate ferreux .		100	centim. cubes
Eau ordinaire	800 à	1,000	— —
Acide acétique cristallisable		20	— —
Alcool à 36°		20	— —
2° Acide pyrogallique.		1	gr.
Eau ordinaire		250	centim. cubes
Acide acétique cristallisable		5-20	— —

Ces dissolutions ne peuvent pas se conserver longtemps. Si l'on emploie la seconde, on peut néanmoins garder l'acide pyrogallique en dissolution dans l'alcool et faire le mélange au moment de s'en servir.

On retire l'épreuve du châssis et on la place sur un petit support de forme convenable, par exemple une pince en ébonite montée sur cuivre (fig. 6 et 7), qui permet de faire le développement sans se tacher les doigts et peut en même temps servir d'égouttoir. Tenant ainsi la plaque de la main gauche, on verse à sa surface rapidement et d'un seul coup un excès du développateur. L'image apparaît très-vite avec le mélange de la première formule, plus lentement avec le second. Quand elle cesse d'augmenter d'intensité, on lave sous le robinet.

Renforcement. — Le plus souvent, il est utile de renforcer l'épreuve, ce qui permet de diminuer le

Fig. 6.

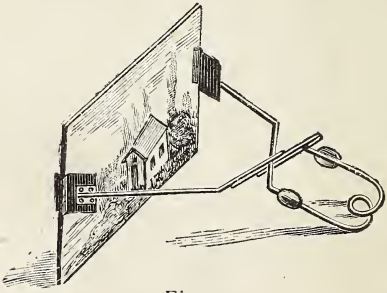


Fig. 7.

Fig. 6 et 7. — Pince pour développer les négatifs.

temps de pose ; on le fait toujours pour le portrait.

On se sert pour cela du mélange suivant, que l'on fait au moment de s'en servir, dans un verre gradué.

Bain révélateur à l'acide pyrogalique. .	2 vol.
Bain d'argent au $\frac{3}{100}$	1 —

On peut verser plusieurs fois le même mélange sur la plaque.

Si l'on emploie le développement au sulfate de fer, qui est le plus usité, on verse sur l'épreuve pour la renforcer une dissolution acide de nitrate d'argent formée de :

Eau distillée.	100 gr.
Nitrate d'argent	3 —
Alcool.	5 —
Acide acétique cristallisable. .	5 —

Quand elle a bien pénétré dans le collodion, on fait agir de nouveau le révélateur au sulfate de fer.

Ce renforçateur suffit parfaitement pour les portraits et les paysages ; mais, pour les reproductions de gravures, il est nécessaire d'avoir recours à un bain plus énergique.

Fixage. — Enfin, après avoir lavé soigneusement, on procède au fixage en plongeant la glace dans un bain d'hyposulfite de soude et on l'y laisse jusqu'à ce que, en regardant du côté opposé au collodion, on ne voie plus aucune trace jaune.

On peut remplacer cette dissolution par du sulfocyanure d'ammonium ou du cyanure de potassium. Les deux dernières ont l'inconvénient d'être d'un prix plus élevé et d'un maniement dangereux. L'hypo-

sulfite de soude a seulement le défaut d'exiger des lavages nombreux et très bien faits.

Pour éviter le désagrément d'effectuer soi-même ces lavages, de balancer sans cesse la cuvette et de changer l'eau souvent, on peut avoir recours à différents appareils dans lesquels cette opération s'accom-

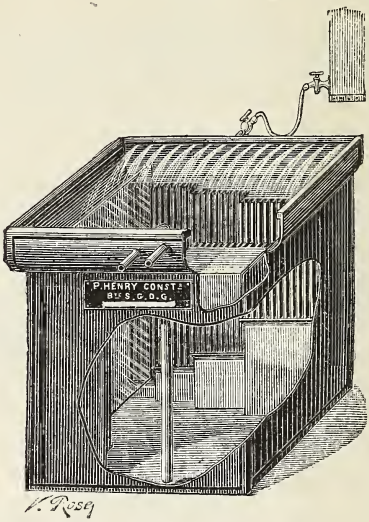


Fig. 8. — Laveuse hydraulique.

plit seule et automatiquement, soit par un courant d'eau qui traverse l'appareil d'une manière continue, soit par une disposition mécanique qui renouvelle le liquide à intervalles réguliers. A la première série de ces instruments appartient la laveuse hydraulique (fig. 8) qui permet de placer dans ses rainures et de laver ensemble euviron quinze clichés.

C'est au contraire dans la seconde série que rentre un laveur automatique très-ingénieux imaginé récemment par M. Gorceix, capitaine du génie, pour les plaques au gélatino-bromure d'argent, mais qui peut servir évidemment pour des glaces quelconques. Deux augets triangulaires, placés au-dessus d'une caisse plus grande, peuvent tourner autour d'un axe horizontal situé dans la cloison qui les sépare. Les augets ayant reçu chacun un ou deux négatifs, suivant leur grandeur, un petit tube placé au milieu de l'appareil laisse couler un filet d'eau continu dans l'un d'eux. Le liquide, en s'y accumulant, élève le centre de gravité et le reporte vers l'extérieur. Il arrive donc un moment où l'auget bascule, et laisse couler dans la caisse et de là à l'extérieur presque toute l'eau qu'il contient ; un rebord en retient cependant une petite partie qui continue à baigner le cliché et à dissoudre les sels inutiles. Les mêmes opérations se produisent de l'autre côté et ainsi de suite. En réglant l'arrivée de l'eau, on peut faire varier la fréquence des mouvements de bascule.

Renforcement après fixage. — Lorsque le lavage est terminé, le cliché est complètement fini. Cependant, s'il est encore trop pâle, on peut essayer de le renforcer à l'aide de chlorure d'or à 0,2 o/o.

Mais cette opération ne donne pas souvent de bons résultats.

On peut se servir aussi de l'eau iodée.

On y plonge le cliché fini et lavé. Un dépôt d'iodure d'argent donne à l'image une teinte brune. On arrête l'opération sans attendre que cette coloration passe au jaune. On lave avec soin et l'on passe dans l'hyposulfite de soude à 5 o/o.

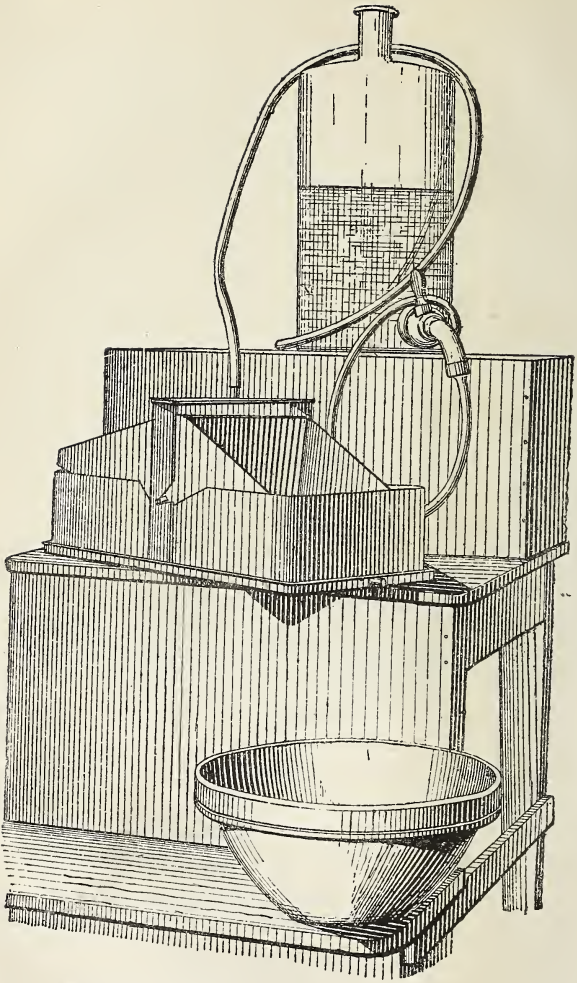


Fig. 9. — Laveur automatique de M. Gorceix.

Le renforçage au mercure donne des clichés très-opaques et convient aux objets comme les gravures qui n'ont pas de demi-teintes.

On plonge d'abord le cliché dans une solution de bichlorure de mercure jusqu'à ce qu'il devienne d'un blanc uniforme. Puis on l'en retire avec un crochet ou un doigtier (fig. 10), la solution étant très dange-

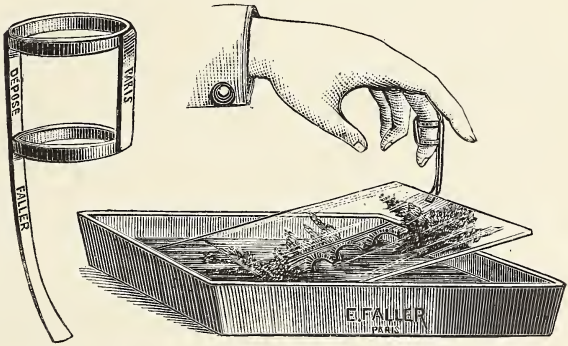


Fig. 10. — Doigtier en bronze nickelé.

reuse ; on lave sous le robinet, on laisse tremper quelques minutes dans l'eau pure et on plonge dans une solution d'iodure de potassium, jusqu'à ce qu'il prenne une teinte vert foncé. Enfin on lave avec soin.

Si l'épreuve est voilée, on peut faire disparaître ce défaut au moyen d'un bain de cyanure de potassium contenant un peu d'iode, après quoi on peut, si l'on veut, renforcer l'épreuve.

Vernissage. — Enfin, comme la couche de collodion est fragile et ne résisterait pas au tirage d'un

grand nombre de positifs, il est bon de vernir le cliché à la gomme laque. On peut se procurer le vernis tout préparé.

On le dépose comme la couche de collodion, mais il faut chauffer la plaque avant et après son application.

CHAPITRE III

POSITIFS AUX SELS D'ARGENT

Préparation du papier chloruré et albuminé. — Sensibilisation — Exposition. — Virage. — Fixage. — Opérations accessoires. — Positifs sur verre. — Positifs directs. — Ferrotypie.

Préparation du papier chloruré et albuminé. — Lorsqu'on a obtenu un cliché, on se propose généralement de l'employer pour faire une ou plusieurs épreuves positives. Aussi laisserons-nous momentanément de côté les perfectionnements qui ont été apportés dans ces dernières années à la production des négatifs pour décrire d'abord le tirage des positifs sur papier, afin de montrer dans son ensemble un procédé photographique qui a été longtemps en usage.

On emploie pour cet usage du papier fin à grain serré, que l'on achète souvent tout préparé et sensibilisé, ce qui évite les ennuis de la fabrication, ou tout au moins albuminé et chloruré de manière à n'avoir qu'à le sensibiliser au moment de s'en servir. Nous décrirons cependant la série complète des manipulations nécessaires pour rendre sensible un papier collé ordinaire.

On commence par le placer à la surface d'un bain de sel marin ou de sel ammoniac à 4 %, de façon à

mouiller seulement la face satinée qui est dessous; on doit aussi éviter qu'il reste des bulles d'air entre le papier et le liquide. On enlève au bout de trois minutes et l'on fait sécher. Puis on pose de même la feuille sur un bain d'albumine, contenant 5 % de sel marin et une quantité d'eau variable suivant le degré de vernis qu'on veut obtenir et qui peut aller jusqu'à 3 ou 4 fois le poids de l'albumine. On retire après deux ou trois minutes et on laisse sécher.

Sensibilisation. — Le papier étant ainsi chloruré et albuminé, il suffit, ponr le rendre sensible, de le placer, comme précédemment, à la surface d'un bain de nitrate d'argent à 12 %.

Ce liquide doit être bien filtré, et, avant de s'en servir, on enlève, à l'aide d'un morceau de papier, les impuretés qui pourraient se trouver à la surface. On enlève la feuille après un contact de 5 minutes et on sèche dans l'obscurité.

Il est facile de comprendre que le bain d'argent, cédant à chaque feuille de papier un peu du sel qu'il contient, va en s'appauvrissant, et doit être ramené de temps en temps à son titre primitif.

Le papier obtenu par la méthode précédente peut être conservé quelques jours dans l'obscurité et même pendant longtemps, si l'on prend la précaution de l'enfermer dans une boîte ou dans un étui à fermeture hermétique, contenant du chlorure de calcium.

On peut encore donner au papier sensible la propriété de se conserver longtemps en ajoutant au bain d'argent précédemment indiqué 12 gr. de nitrate de magnésie.

Exposition. — Pour obtenir une épreuve positive, on place le cliché dans un châssis-presse (fig. 11), l'envers étant en contact avec la glace forte qui ferme le devant du châssis, et l'on place par-dessus une feuille de papier la face sensible tournée vers le cliché ; enfin l'on met, si c'est nécessaire, plusieurs feuilles de papier ordinaire ou un morceau de feutre pour serrer et empêcher l'épreuve de se déplacer, et l'on ferme les portes à l'aide des deux bandes de bois munies de ressorts.

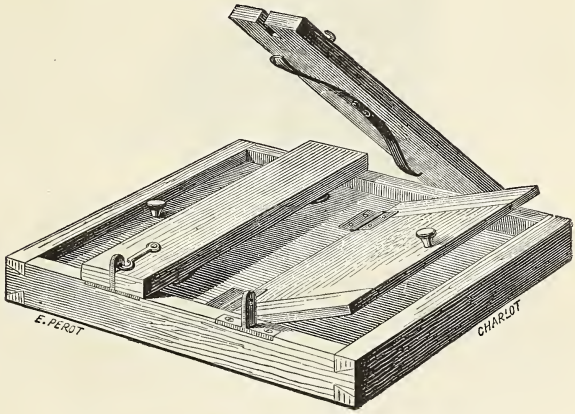


Fig. 11. — Châssis-presse pour positifs (Rucker).

On expose ensuite le châssis au soleil ou mieux à la lumière diffuse. De temps en temps on ouvre l'une des portes et l'on relève un des coins de l'épreuve pour en suivre le développement ; mais il ne faut pas craindre de lui laisser prendre un ton trop foncé, car elle devient toujours plus claire pendant les manipulations qui suivent.

Le châssis figuré ci-dessus peut être simplifié. Dans les modèles dits *anglais*, la glace forte est supprimée, et c'est le négatif lui-même qui ferme l'appareil. Il en est de même dans le châssis (fig. 12) qui procure une petite économie de temps, puisqu'on peut le charger et examiner la venue de l'image sans le retourner, et qui permet en outre de suivre le tirage sur l'épreuve entière.

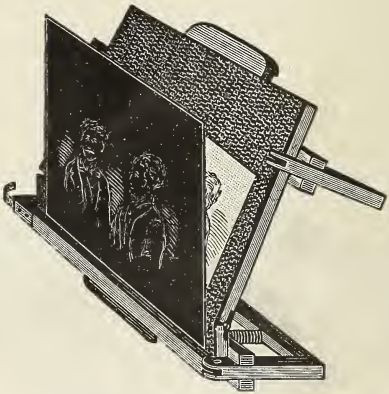


Fig. 12. — Châssis sans glace pour positifs (Carette).

Virage. — Lorsqu'on juge que l'épreuve a pris une intensité suffisante, on la retire du châssis dans l'obscurité et on la plonge dans l'eau ordinaire pour enlever l'excès d'azotate d'argent. Puis, avant de la fixer, il est bon de la plonger dans le bain de virage préparé quelques jours à l'avance, et qui a pour but de rendre l'épreuve moins facilement altérable et de lui

donner un ton agréable qu'on peut d'ailleurs varier à volonté. On emploie souvent le bain suivant :

Eau distillée. . .	1,000 gr.
Chlorure d'or. .	1 —
Craie lévigée . .	10 —

En employant des liquides plus ou moins étendus d'eau, plus ou moins récemment préparés, en y ajoutant quelques gouttes d'ammoniaque, quelques cristaux d'azotate d'argent ou d'acide acétique, on peut obtenir des tons différents.

Fixage. — On laisse l'épreuve dans le bain de virage jusqu'à ce qu'elle ait dépassé le ton désiré, puis on lave rapidement et l'on procède au fixage à l'aide d'un bain d'hyposulfite de soude à 15 o|o.

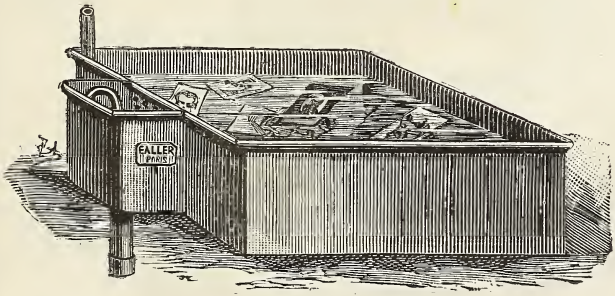


Fig. 13. — Cuve à laver les épreuves.

On maintient l'épreuve environ 15 minutes dans ce liquide jusqu'à ce que les blancs aient perdu l'apparence dite *poivrée*. On lave ensuite avec soin et en changeant l'eau assez souvent pendant douze heures. On peut employer pour cette opération différents appareils où le lavage et le renouvellement de

l'eau se font automatiquement, par exemple la cuve en zinc (fig. 13) : un tuyau amène l'eau propre à la partie supérieure, tandis qu'un siphon puise au fond l'eau chargée d'hyposulfite et l'envoie au dehors. Le

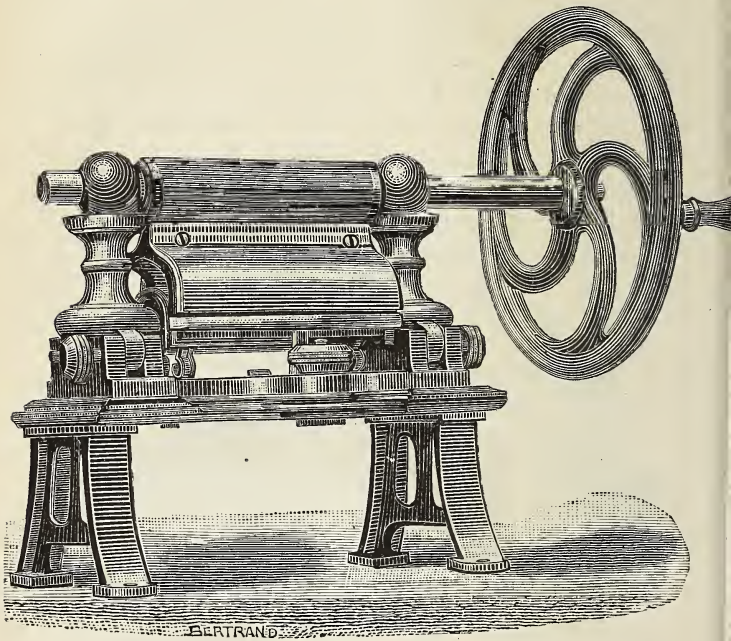


Fig. 14. — Presse à satiner.

mouvement de l'eau remue sans cesse les épreuves et les empêche de se coller l'une à l'autre.

On peut employer également le laveur automatique de M. Gorceix que nous avons décrit plus haut (fig. 9). Il suffit de couvrir les augets avec une toile métallique

à larges mailles, qui retient les épreuves sans gêner la circulation de l'eau.

Il est très important que les épreuves soient parfaitement lavées. On les rend ainsi beaucoup plus durables.

Opérations accessoires. — Les opérations nécessaires pour obtenir une épreuve positive se trouvent ainsi terminées ; mais le plus souvent on la colle sur un carton bristol pour lui donner plus de solidité. Ce collage se fait au moyen d'empois cuit d'amidon, auquel on ajoute quelques centigrammes d'acide salicylique ou quelques gouttes d'acide phénique pour empêcher la fermentation de la colle qui produirait des piqûres sur la photographie. Il reste ensuite à *satiner* l'épreuve en la faisant passer à chaud ou à froid entre les cylindres d'acier d'une sorte de laminoir. Nous représentons ici un des modèles de presses les plus simples (fig. 14). En opérant à chaud, il suffit de comprimer beaucoup moins énergiquement.

Les photographes font souvent des épreuves dites émaillées qu'on peut obtenir par le procédé suivant. On prépare d'abord un collodion normal à 1,5 % et une solution de gélatine à 10 % qu'on filtre et qu'on maintient liquide en la chauffant au bain-marie. On prend une glace bien plane et parfaitement nettoyée; on la frotte avec du talc à l'aide d'un tampon de coton, puis on l'essuie avec un second tampon semblable et l'on y dépose à la manière ordinaire une couche de collodion qu'on laisse sécher.

On mouille alors l'épreuve en la trempant dans l'eau, on la sèche incomplètement dans du papier

buvard, puis on la plonge dans la gélatine chaude et on l'applique peu à peu sur la glace collodionnée en commençant par un bord. Un bristol mince, un peu plus grand que la photographie, est également appliqué sur la gélatine et placé par-dessus l'épreuve. On recouvre le tout d'une feuille de caoutchouc un peu épaisse et l'on presse avec une règle de verre de façon à faire sortir complètement les bulles d'air. On laisse sécher et on détache facilement le lendemain l'épreuve de la glace en coupant les bords.

On peut ensuite bomber l'épreuve et la coller sur une carte. On obtient les épreuves bombées à l'aide d'une presse (fig. 15) et de moules en cuivre poli dans lesquels on comprime les photographies.

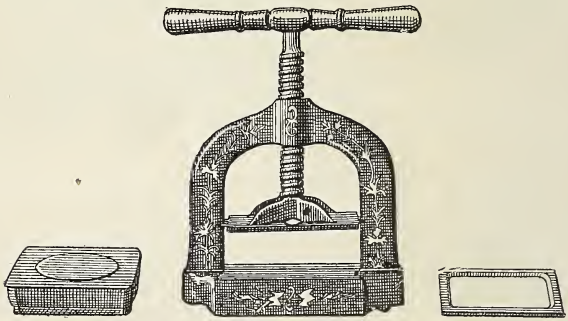


Fig. 15. — Presse à bomber.

Positifs sur verre. Positifs directs. — Il est évident qu'en exposant sous un cliché une glace préparée au collodion ou à l'albumine, et en développant comme plus haut, on obtiendra des positifs sur verre qui auront l'avantage d'être transpa-

rents et de présenter plus de finesse que les épreuves sur papier.

Mais on peut aussi, sans avoir besoin de passer par un cliché, obtenir directement un positif à la chambre noire. Il y a pour cela divers procédés, mais il suffit de poser très peu et de modifier légèrement les formules pour changer la transparence de l'épreuve et obtenir un positif au lieu d'un négatif. Ainsi on peut employer un mélange à parties égales de collodion ancien et de collodion neuf, mêlés d'iodure d'ammonium. On sensibilise avec un bain d'argent ordinaire, mais un peu acide et exempt de matières organiques. Après la pose on développe avec la liqueur suivante :

Eau distillée.	1,000 gr.
Sulfate de fer	6 —
Acide acétique . . .	8 —
Alcool	6 —
Nitrate de potasse. .	1 —

Dès que l'image est bien venue, on lave à grande eau et l'on fixe avec une solution de cyanure de potassium à 3 %.

Ferrotypie. — Un procédé du même genre est employé par les photographes nomades pour obtenir rapidement un certain nombre de petites épreuves sans faire de cliché. Le support est une plaque de tôle vernie qui formera les noirs à travers les parties transparentes. On couvre d'un collodion moins ioduré que d'ordinaire.

On sensibilise dans un bain d'argent un peu acide et saturé d'iodure d'ammonium. Si l'on veut faire plusieurs épreuves par une seule pose, on se sert

d'une chambre noire munie de plusieurs objectifs.

On réduit le temps de pose de moitié. Ensuite on développe lentement à l'aide de :

Nitrate de potasse. .	1 gr.
Eau distillée	100 cent. c.
Acide acétique. . . .	3 —
Alcool.	3 —
Sulfate de fer	4 gr.
Acide nitrique	6-10 gouttes

On ajoute 1 cent. c. de bain d'argent négatif. Enfin on fixe au cyanure de potassium à 2 %.

CHAPITRE IV

LA RETOUCHE

Nécessité des retouches. — Retouche des clichés. — Principaux défauts des clichés. — Matériel nécessaire pour la retouche. — Retouche des épreuves positives.

Nécessité des retouches. — Un cliché qui, après un temps de pose convenable, a été développé et fixé avec tous les soins nécessaires, devrait être parfait et n'avoir plus besoin de subir aucune manipulation. Malheureusement cette perfection est difficile, pour ne pas dire impossible, à atteindre. Malgré toute l'habileté de l'opérateur, il est presque toujours indispensable de retoucher les épreuves. Devons-nous parler de la retouche ? En réalité cette opération n'a rien de commun avec les procédés photographiques, et ne devrait trouver sa place que dans un manuel technique ; mais, afin que notre ouvrage ne soit pas incomplet, nous allons, en quelques lignes, résumer les principales corrections qui peuvent être nécessaires.

Retouche des clichés. — C'est généralement sur le cliché qu'on fait les retouches, afin d'éviter autant que possible de corriger ensuite tous les positifs qu'on en tirera. On commence donc par examiner

avec soin ce cliché, et, si l'on ne juge pas assez bien les défauts, on tire immédiatement une épreuve positive, qui rendra l'observation plus facile. Bien des causes peuvent produire ces défauts. Quelques poussières restées sur la glace avant de la collodionner, ou à la surface du bain d'argent, donneront une série de points ou de petites taches. Avec les glaces au gélatino-bromure qui ont remplacé à peu près complètement le procédé au collodion, cet inconvénient est moins à craindre, car les glaces de bonne fabrication sont examinées soigneusement avant d'être livrées au commerce ; néanmoins un frottement quelconque peut dans l'emballage produire des points ou des stries transparentes. Il peut exister aussi des raies dues à l'action d'un mince rayon lumineux. La nature du sujet, l'insuffisance ou l'excès de la pose peuvent causer aussi des valeurs trop égales dans les derniers plans, des faiblesses dans les ciels et les fonds, des parties trop dures, etc.

Pupitre à retoucher. — Pour remédier à ces inconvénients dont nous signalons seulement les principaux, il faut se servir d'un pupitre spécial et de quelques crayons et estompes. Le pupitre est formé de trois parties réunies par des charnières (fig. 16) : la partie inférieure, dans laquelle est enchâssé un miroir, se pose horizontalement sur une table devant une fenêtre. La seconde partie est formée d'une glace dépolie qu'on peut incliner plus ou moins : elle reçoit le cliché à retoucher, qui se trouve alors fortement éclairé par le miroir horizontal, ce qui rend le travail plus facile. Enfin la troisième partie est une planchette qui garantit les yeux de l'opérateur contre

la lumière directe de la fenêtre et lui permet de mieux juger le cliché ; on peut même jeter sur sa tête un voile noir qui s'appuiera sur la planchette et rendra encore l'épreuve plus visible, mais qui aura l'inconvénient de rendre le travail très-pénible. Il sera du reste avantageux de se servir d'une bonne loupe. Le reste du matériel est formé de quelques pinceaux fins, des crayons de différents numéros, des estompes, de la pierre ponce fine pour granuler légèrement le vernis, de l'encre de Chine, du papier noir ou orangé.

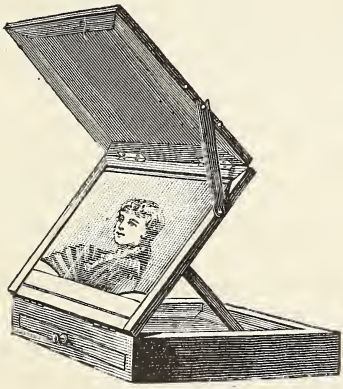


Fig. 16. — Pupitre à retoucher (Mackenstein).

L'encre de Chine légèrement gommée sert à boucher les trous, les éraillures et les défauts analogues. Les rayures très-fines produites par un frottement peuvent être masquées facilement avec un peu de mine de plomb, sur laquelle on frotte un peu avec le

doigt pour égaliser. Le crayon sert encore à atténuer les parties trop transparentes, à régulariser les teintes, à faire disparaître certains défauts du modèle. Enfin, en appliquant sur le dos de l'épreuve des couches de collodion ou de vernis teinté avec de l'acide picrique ou des couleurs jaunes ou rouges d'aniline, on peut adoucir des masses de verdure trop foncées, corriger des clichés trop heurtés ou accentuer la séparation des différents plans ; on peut obtenir de même de bons effets de nuages si l'on opère avec une habileté suffisante. On sait en effet que les nuages viennent très-rarement sur les clichés à cause de la solarisation du ciel, sauf avec les épreuves instantanées. On peut cependant essayer de les obtenir en prenant quelques précautions dans le développement : ainsi l'on peut, après une exposition un peu courte, verser d'abord sur la glace un développateur neutre très-faible, jusqu'à ce que les nuages soient venus ; on enlève alors le liquide qu'on remplace par un bain ordinaire acide, qu'on fait agir surtout sur le paysage.

Quelquefois aussi on rapporte un ciel pris sur un autre cliché. Il est évident qu'il faut faire ce raccord avec précaution, de sorte que le ciel soit en harmonie avec le reste du sujet, et que l'ensemble produise un bon effet artistique. Le meilleur moyen pour ne pas perdre la variété et l'animation que les nuages donnent aux paysages, c'est évidemment de recourir aux épreuves instantanées.

Signalons enfin ici une curieuse application de l'électricité : à l'exposition de la société photographique de Londres en 1884 figurait une machine

électrique à retouche exposée par MM. Géruzet et Gerberzen de Bruxelles. Dans cet appareil, la vibration magnétique se communique au crayon que guide la main du retoucheur, ce qui produit un effet de grain fort curieux dont on peut d'ailleurs changer la nature à volonté.

Retouche des positifs. — Malgré les corrections produites sur le cliché par les procédés que nous venons d'indiquer, il est presque toujours nécessaire d'effectuer sur les épreuves positives quelques retouches qui s'y feront plus facilement. Les portraits surtout nécessitent cette nouvelle opération qui doit se faire avant le satinage. Les yeux qui manquent de netteté, une partie du vêtement qui produit une tache blanche dépourvue complètement de demi-teintes, des ombres insuffisamment accentuées, constituent autant de défauts qu'un opérateur habile sait corriger au moyen d'un pinceau et d'encre de Chine additionnée d'un peu de carmin.

Remarquons en terminant ce chapitre que si la retouche est utile, nécessaire même dans bien des cas, le photographe doit se garder d'en abuser, et éviter de corriger certains détails caractéristiques, d'altérer l'aspect ou la physionomie du sujet, en un mot d'enlever aux épreuves photographiques, sous le prétexte fallacieux de faire disparaître les défauts du modèle, une de leurs plus grandes qualités, l'exactitude pour ainsi dire mathématique et la fidélité absolue qui les rendent si précieuses.

CHAPITRE V

NÉGATIFS SUR COLLODION SEC

Avantages des glaces sèches. — Différentes variétés de collodions secs. — Préservateurs au miel, à la morphine, etc. — Procédé Russel au tannin. — Autres préservateurs au tannin. — Procédé Tanpenot à l'albumine. — Préservateur à la dextrine. — Collodions secs sans préservateurs. — Collodio-bromure d'argent : procédé Chardon.

Avantages des glaces sèches. — Les glaces dont nous avons indiqué le mode de préparation (page 21), et qui pendant longtemps ont été seules employées pour obtenir des clichés sur collodion, doivent être préparées quelques instants seulement avant de s'en servir et portées encore humides dans la chambre noire ; si on les laisse sécher sans les utiliser, elles perdent bientôt toute leur sensibilité. Or il peut être souvent commode de posséder un certain nombre de plaques toutes prêtes à servir quand l'occasion se présente, et il est fort ennuyeux, en voyage ou en excursion, d'être obligé de s'embarrasser d'un laboratoire, qui, malgré l'habileté des constructeurs, est toujours lourd et encombrant et d'emporter avec soi les produits nécessaires pour sensibiliser et développer les plaques.

Aussi a-t-on cherché, en modifiant plus ou moins profondément la composition du mélange employé, à

obtenir des glaces qui puissent être conservées un certain temps à l'abri de la lumière sans perdre leurs propriétés et qui, après l'exposition dans la chambre noire, permettent d'attendre plusieurs jours avant de développer.

Différentes variétés de collodions secs. — Pour obtenir des glaces sèches, il est indispensable d'éliminer complètement le nitrate d'argent libre qui produirait avec le temps un iodo-nitrate cristallisé et nuirait de plus au développement. L'iodure d'argent ne possédant toute sa sensibilité qu'en présence d'un excès de nitrate, on devra donc ici augmenter fortement la proportion de bromure; en outre, comme les bromures alcalins passent difficilemnt à l'état de bromure d'argent, il faut employer un bain sensibilisateur à 18 ou 20 %.

Il existe un grand nombre de procédés au collodion sec : on ajouta d'abord une substance hygrométrique telle que le miel, la glycérine, etc., afin d'empêcher la couche sensible de se dessécher. Mais, ces substances ayant l'inconvénient de retenir les poussières, on chercha des composés secs capables de reprendre dans les bains la porosité nécessaire. Parmi les matières gommeuses, gélatineuses et autres qu'on essaya successivement, les meilleurs résultats furent obtenus en couvrant les glaces d'un préservateur au tannin ou à l'albumine.

Ajoutons qu'avec les collodions secs, l'action du développateur est beaucoup moins énergique, et le développement plus lent; aussi a-t-on avantage à recourir aux développements alcalins, c'est-à-dire à employer l'acide gallique et l'acide pyrogallique dont

on augmente le pouvoir réducteur par l'addition de potasse, de soude ou d'ammoniaque, au lieu de le diminuer par l'acide acétique.

Préservateurs au miel, à la morphine, etc. — Nous indiquerons d'abord quelques préservateurs appartenant au premier groupe.

Voici la formule d'une solution au miel qui a été très-employée dans ce but :

Eau	300 gr.
Alcool	50 —
Miel	5 —
Gomme arabique. .	50 —

Après avoir sensibilisé la glace, on lave et l'on verse à deux ou trois reprises sur la couche sensible une quantité suffisante de ce mélange, puis on laisse sécher. Il faut laver le cliché avant de le développer.

On a aussi beaucoup employé l'acétate de morphine (procédé de M. Bartholomew). On recouvre d'abord d'un collodion aux sels de cadmium, par exemple le suivant :

Alcool à 40°.	500 centim. cubes
Éther.	500 — —
Coton-poudre.	10 gr.
Iodure de cadmium . . .	8 —
Bromure de cadmium . .	8 —

Puis on plonge la plaque dans un bain d'argent ordinaire et l'on verse ensuite à la surface une dissolution d'acétate de morphine à $\frac{4}{1000}$. On la laisse sécher et l'on recommence plusieurs fois. Les plaques ainsi préparées conservent leur sensibilité pendant deux ou trois jours, et les clichés qu'elles fournissent se

distinguent très-difficilement de ceux qu'on obtient avec les plaques au collodion humide.

Préservateurs au tannin, à l'albumine, etc. — Passons maintenant aux procédés du second groupe.

Nous indiquerons ceux de M. Russel et de M. Tanpenot qui consistent à additionner la couche sensible d'une solution conservatrice de tannin ou d'albumine, et qui donnent tous deux d'excellents résultats.

Procédé Russel. — Décrivons d'abord le procédé Russel au tannin. La glace ayant été nettoyée avec soin comme pour le collodion humide, il est bon de la couvrir d'abord d'une couche de gélatine additionnée d'alcool et d'acide acétique.

Cette opération a pour but de faire adhérer fortement la couche de collodion ; elle n'est pas indispensable et peut être supprimée si l'on a soin, quand tout est terminé, de vernir la plaque sur les bords ; mais la gélatine donne de meilleurs résultats.

Lorsque l'enduit de gélatine est sec, on recouvre de collodion ordinaire à l'iodure et au bromure d'ammonium, avec un peu d'iodure de cadmium, ou mieux d'un mélange de deux parties de collodion vieux et d'une partie de collodion neuf, et l'on sensibilise dans un bain d'argent légèrement acide.

On lave d'abord à l'eau distillée additionnée de 3 % d'acide acétique cristallisable, puis plusieurs fois à l'eau ordinaire et à l'eau distillée.

Enfin l'on verse à la surface le liquide conservateur que l'on renouvelle trois fois et qui est ainsi composé :

Eau	100 centim. cubes
Alcool à 36°. .	4-5 —
Tannin	3 gr.

Puis on fait sécher. La liqueur conservatrice de M. Russel peut être remplacée par d'autres de composition analogue, notamment par celle de M. de Brébisson, qui est la plus rapide et donne des épreuves presque instantanées.

On peut encore employer comme préservateurs des substances naturelles contenant du tannin, par exemple le thé et le café.

Procédé Tanpenot. — Dans le procédé à l'albumine de M. Tanpenot il est utile de sensibiliser deux fois la plaque ; cette double opération n'est pas indispensable et peut être simplifiée, mais elle a l'avantage de donner de meilleures épreuves.

La glace est d'abord préparée à peu près comme pour le collodion sec : elle est nettoyée avec le plus grand soin, puis recouverte à la manière ordinaire de collodion photographique additionné de $\frac{1}{9}$ de son volume d'alcool et de $\frac{2}{9}$ d'éther. On la plonge ensuite dans un bain d'argent à 7 %, on lave et on laisse égoutter pendant une minute.

On recouvre alors de la solution conservatrice d'albumine, qui contient en outre de l'ammoniaque, du sucre candi, de l'iodure et du bromure d'ammonium et que l'on verse à la manière du collodion.

On fait sécher, et l'on expose à la lumière pendant quelques instants, puis l'on plonge une demi-minute dans un autre bain d'argent à 8 % contenant un peu d'acide acétique. On lave avec soin à l'eau ordinaire, puis, si l'on veut, à l'eau très légèrement salée.

Pour développer, on commence par mouiller la glace, puis on la laisse un certain temps, la face sen-

sible en dessous, et en agitant de temps à autre, dans un bain composé de :

Eau	1,000	centim. cubes
Alcool.	20	— —
Acide gallique	3	gr.
Acide pyrogallique . .	1	—
Acide acétique	5	—

Enfin l'on fixe à l'hyposulfite de soude à 10 % ou au sulfocyanate de potasse à 60 %, mais jamais au cyanure de potassium.

Le bain de développement peut être remplacé par le suivant qui a l'avantage de pouvoir être facilement emporté en voyage :

On prend 15 gr. d'acide gallique, 5 d'acide pyrogallique et 5 d'acide citrique, et l'on dissout dans un verre d'eau.

Préservateur à la dextrine. — La solution conservatrice Tanpenot, dont nous avons indiqué ci-dessus la composition, peut être remplacée par d'autres dissolutions d'albumine, par exemple par celle de M. de Brébisson, qui en diffère par la substitution de la dextrine au sucre candi.

Au contraire, d'après MM. Barreswil et Davanne, l'emploi de la dextrine ne donnerait pas de bons résultats.

Collodions secs sans préservateurs. — D'autres procédés diffèrent complètement des précédents en ce qu'ils produisent la conservation de la sensibilité non plus en recouvrant d'un liquide conservateur, mais par l'introduction de substances convenables dans la couche même du collodion. Tel est le procédé au

collodion résineux, qui n'est plus guère employé aujourd'hui.

Collodio-bromure d'argent. — Nous devons enfin, pour terminer ce chapitre, décrire un intéressant procédé qui donnait de très-bons résultats et était d'un emploi très-commode, et qui forme en quelque sorte la transition entre les méthodes précédentes et celle au gélatino-bromure d'argent qui fera l'objet du chapitre suivant.

Dès 1853, M. A. Gaudin cherchait à préparer un collodion tout sensibilisé, de manière à réduire à l'emploi d'un seul liquide la préparation des glaces sensibles, et reconnut que les bromures convenaient le mieux. En 1864, MM. Sayce et Bolton publièrent un procédé analogue, mais compliqué par l'emploi d'un préservateur et la nécessité de lavages abondants. En 1875, M. Mandsley vendait en Angleterre un produit solide qu'on faisait dissoudre dans un mélange d'alcool et d'éther et qu'on versait ensuite sur les glaces ; en laissant sécher, on avait des plaques sensibles qu'on pouvait conserver très longtemps. Des composés analogues furent préparés par divers inventeurs. Nous indiquerons seulement le procédé de M. Chardon, qui obtint un prix décerné par M. le ministre de l'instruction publique, conjointement avec la Société française de photographie.

Procédé de M. Chardon. — On prend un coton-poudre très-poreux et en même temps assez résistant. On obtient la réunion de ces deux qualités opposées en employant à la fois du coton préparé à froid par les acides et d'autre obtenu à 80° par l'action du nitrate de potasse sur l'acide sulfurique.

On prépare les deux liqueurs suivantes :

Alcool à 40°	200 centim. cubes
Éther à 62°.	400 — —
Bromure double de cadmium et d'ammonium.	6 gr.
Bromure de zinc	6 —
Coton-poudre résistant. . .	6 —

et une autre solution ne différant de la première que par la substitution au coton-poudre résistant de 24 gr. de coton-poudre poreux.

On fait d'autre part une solution de 3 gr. 15 d'azotate d'argent dans un peu d'eau distillée, on ajoute 25 c. c. d'alcool à 40° ; on chauffe pour dissoudre, et l'on mélange goutte à goutte avec 50 c. c. de chacun des deux collodions précédents. Cette dernière opération doit se faire à la lumière rouge. On laisse reposer pendant trente-six heures, puis on ajoute 3 à 5 c. c. de collodion normal additionné de 5 gr. de chlorure de cobalt pour 100 centim. cubes.

Enfin on précipite cette émulsion par l'eau pour enlever tous les produits accessoires. Elle offre alors l'aspect d'une masse spongieuse, qu'on lave et qu'on sèche ; puis on peut la conserver indéfiniment à l'obscurité dans des flacons noirs.

Quand on veut sensibiliser les glaces, on mélange :

Alcool absolu	250 centim. cubes
Éther	250 — —
Quinine précipitée . .	1 gr.

On prend 100 centim. cubes de ce liquide, l'on y ajoute 3, 5 gr. à 4 gr. d'émulsion et on laisse dissoudre;

on filtre sur du coton et on étend comme le collodion ordinaire.

On développe par un révélateur alcalin.

Cet excellent procédé, abandonné depuis la découverte du gélatino-bromure d'argent, peut cependant rendre de grands services en voyage, quand on ne tient pas absolument à l'instantanéité.

CHAPITRE VI

NÉGATIFS AU GÉLATINO-BROMURE D'ARGENT

Historique. — Poitevin propose l'emploi de la gélatine. — Le bromure d'argent employé comme accélérateur dans le daguerréotype. — Premiers essais de gélatino-bromure. — Influence de la maturation. — Avantages et inconvénients de cette émulsion. — Préparation des plaques. — Formules diverses. — Procédés à l'ammoniaque, au nitrate d'argent ammoniacal. — Addition d'iodure et de chlorure d'argent. — Exposition. — Développement au fer, à l'acide pyrogallique. Fixage. — Renforçage. — Séchage. — Glaces isochromatiques.

Historique. — Après avoir été seule en usage pendant de longues années, la photographie sur collodion, dont nous avons décrit avec soin les diverses opérations, s'est trouvée remplacée tout à coup par un procédé nouveau qui a pris, dès son origine, une très-grande extension et qui est presque exclusivement employé aujourd'hui.

Il y a longtemps qu'on songea à la gélatine ; dès 1850, Poitevin proposa de la substituer au collodion pour servir de véhicule aux substances impressionnables, mais sans y réussir. Quant au bromure d'argent, il y a plus longtemps encore qu'il entre dans la préparation des couches sensibles. A l'époque même du daguerréotype, en 1841, Claudet employait le bromure d'argent comme substance accélératrice pour

rendre plus rapides les plaques recouvertes d'iodure d'argent. Malgré cette découverte, on resta un grand nombre d'années sans penser à employer cette substance seule et à faire des plaques au bromure d'argent ; on se contentait de le mélanger avec l'iodure du même métal.

C'est seulement en 1871 que M. Maddox prépara des glaces à l'aide d'une émulsion de bromure d'argent dans la gélatine ; de nombreux essais du même genre furent faits dans les années suivantes, notamment par M. King et par M. Burgess en 1873, par M. Kennett en 1874, par MM. Wratten et Wainwright en 1877, mais sans qu'on arrivât à dépasser la sensibilité des plaques au collodio-bromure. Enfin en 1878, M. Bennett ayant découvert l'extrême sensibilité que peut acquérir cette préparation par une ébullition assez longue, l'emploi en devint bientôt général.

Avantages et inconvénients du gélatino-bromure d'argent. — Les plaques au gélatino-bromure d'argent présentent en effet sur les glaces employées avant elles de grands avantages : elles sont d'abord beaucoup plus sensibles et plus rapides, de sorte qu'elles permettent dans tous les cas d'abréger beaucoup la pose et souvent même de reproduire des sujets qui, par leur faible éclairement ou par la vitesse dont ils sont animés, n'auraient donné que des épreuves très-imparfaites ou même complètement manquées. De plus, elles donnent des clichés sur lesquels on peut facilement remédier aux défauts qui proviennent soit d'un excès, soit d'une insuffisance de pose. Enfin, tout en simplifiant beaucoup les

manipulations, elles fournissent des épreuves aussi belles que celles au collodion et d'une grande douceur de tons, mais cependant inférieures à celles-ci au point de vue de la transparence, ce qui rend un peu plus long le tirage des positifs. Malgré ce petit inconvénient, largement compensé d'ailleurs par les avantages que nous venons d'indiquer, il est facile de comprendre que le procédé au gélatino-bromure soit généralement adopté, si ce n'est pour les projections et les agrandissements, pour lesquels on préfère les épreuves au collodion et à l'albumine à cause de leur transparence et de leur plus grande finesse.

En résumé, le gélatino-bromure est plutôt inférieur à l'albumine et au collodion au point de vue de la netteté ; son principal avantage consiste dans la rapidité de la pose qui permet de saisir au passage une foule de renseignements que leur parfaite authenticité rend extrêmement précieux pour l'artiste ou pour le savant. Ajoutons enfin que les plaques ainsi préparées peuvent être conservées sans altération pendant plusieurs années ; lorsqu'elles ont subi l'action de la lumière, elles peuvent attendre plusieurs semaines le développement.

Le bromure d'argent peut d'ailleurs se présenter sous plusieurs états physiques possédant une sensibilité différente ; l'action du temps l'améliore et le rend beaucoup plus sensible ; on obtient encore le même résultat en opérant dans une liqueur alcaline, ou en chauffant le mélange pendant un temps plus ou moins long, suivant la température adoptée. Une ébullition d'une demi-heure suffit parfaitement.

Préparation des plaques au gélatino-bromure. — Pour préparer les glaces au gélatino-bromure, on les recouvre à chaud, après les avoir parfaitement nettoyées, d'un mélange de gélatine et de bromure d'argent, puis on les laisse sécher dans une obscurité complète. Cette préparation, très-simple en principe, est cependant assez délicate à réussir, surtout quand on opère sur de petites quantités ; il est donc préférable de se procurer les plaques toutes sensibilisées.

Beaucoup de formules différentes peuvent servir pour préparer des émulsions au gélatino-bromure et donnent toutes de bons résultats. En prenant la moyenne d'un grand nombre de formules courantes, on obtient, d'après M. Davanne, la composition suivante :

Eau	100 gr.
Bromure d'ammonium . . . . . (ou bromure de potassium 4,50)	3—4 —
Nitrate d'argent (proportionné à la quantité de bromure).	4,50—6 —
Gélatine	7—8 —

Signalons d'abord une des préparations les plus simples : on fait dissoudre au bain-marie 3 gr. de gélatine dans 200 gr. d'eau et l'on ajoute 20 gr. de bromure de potassium. On fait également dissoudre 30 gr. de nitrate d'argent dans 100 gr. d'eau et l'on verse ce liquide dans le premier lorsque celui-ci est bien fluide et bien homogène. Il se forme un précipité insoluble de bromure d'argent, qui reste en suspension dans la masse gélatineuse, et du nitrate de potasse en dissolution qu'on enlève par lavage.

Autre préparation. — L'émulsion suivante, que nous empruntons au journal *la Nature*, peut aussi être employée avec succès. « On introduit dans un flacon à large ouverture 300 gr. d'eau distillée avec 18 gr. de bromure d'ammonium et 12 de gélatine. Lorsque la gélatine est gonflée, on porte le flacon dans un bain-marie et on élève la température à 40°. Dans un autre flacon on fait dissoudre 27 gr. d'azotate d'argent cristallisé dans 150 c. c. d'eau distillée tiède. On verse la solution d'argent en un mince filet de liquide dans la gélatine qu'un mouvement circulaire du bras tient constamment agitée, même lorsque les deux liquides sont réunis dans le même flacon. On reporte ensuite le flacon dans le bain-marie dont on élève la température jusqu'à l'ébullition. On a soin de remuer l'émulsion avec une longue baguette de verre et de continuer l'ébullition du bain-marie pendant 15 à 20 minutes ; après quoi on laisse tomber la température de 35 à 40° environ et l'on ajoute 12 à 15 gr. de gélatine, préalablement gonflée dans un peu d'eau distillée.

«Après ces opérations successives, on verse l'émulsion dans une cuvette et on la laisse refroidir dans l'obscurité. Quand elle est prise en gelée, on la lave pour la débarrasser des sels inutiles ou nuisibles ; on la passe à travers un filtre et on la recueille dans une mousseline posée sur un tamis. On lave pendant vingt minutes sous un robinet. L'émulsion est alors remise dans le flacon où l'on introduit une troisième dose de gélatine, 12 à 15 gr., que l'on fait fondre avec l'émulsion ; le mélange est alors coulé sur les verres. »

Lorsqu'on prépare les plaques en petite quantité,

on verse l'émulsion à leur surface à la manière du collodion ; mais il faut bien l'agiter pour éviter les dépôts et lui conserver une composition bien homogène. De plus, il est difficile d'obtenir une couche d'épaisseur uniforme, le liquide gélatineux se portant toujours en plus grande quantité vers le bord que l'on incline. Dans les usines où l'on fait en grand cette fabrication, le *couchage* de l'émulsion sur les glaces se fait mécaniquement. De longues plaques de verre, coupées d'avance à la largeur voulue, sont placées sur une machine qui les entraîne horizontalement et les fait passer sous un rouleau chargé d'étendre l'émulsion. A cet effet, le liquide, placé dans un récipient qu'un bain-marie maintient à température convenable, s'écoule par un robinet de verre dans une cuvette ayant exactement la même longueur que le rouleau, et de là tombe par une foule de petits trous sur ce rouleau qu'elle recouvre uniformément. Celui-ci tourne autour de son axe, tout en appuyant très légèrement sur la surface des glaces qui passent au-dessous de lui et les enduit d'une couche d'émulsion bien régulière.

Les plaques continuent à subir leur mouvement de translation horizontal pendant un temps suffisant pour permettre à l'émulsion de se solidifier. Elles sont ensuite placées dans une position inclinée et la face sensibilisée en dessous sur des rayons de bois disposés dans un séchoir à air chaud. L'air extérieur, après s'être débarrassé des poussières en traversant des tampons de ouate, s'échauffe au contact de tubes remplis de vapeur et arrive à la partie supérieure du séchoir. Après s'être refroidi et chargé de

l'humidité des plaques, il est éliminé à travers les claies qui forment le plancher de la chambre.

Lorsqu'elles ont séjourné six ou huit heures sur les rayons du séchoir, les plaques sont complètement sèches et peuvent être transportées dans un autre atelier où une machine très-simple les coupe en morceaux ayant exactement la longueur voulue, puis on les examine une à une pour rejeter celles qui ont des défauts et on les réunit en paquets de six pour les livrer au commerce. Les glaces ainsi préparées et employées sèches sont très-sensibles et demandent un temps de pose beaucoup plus court que les plaques au collodion humide. Il est évident, du reste, qu'à cause même de cette grande sensibilité, toute la fabrication doit s'accomplir dans des ateliers complètement obscurs, dont les murs sont peints de couleurs foncées, et éclairés seulement par des lanternes à verres rouges ; enfin les glaces devront être conservées dans des boîtes hermétiquement fermées.

Procédé à l'ammoniaque. — Au lieu de produire l'extrême sensibilité de l'émulsion par l'ébullition, nous avons dit qu'on peut arriver au même résultat en opérant dans une liqueur alcaline. C'est ce qu'on fait dans le procédé suivant. On prépare au bain-marie une dissolution de gélatine à 2 % additionnée de 10 % de bromure d'ammonium, et l'on ajoute après refroidissement de l'alcool et de l'ammoniaque. Puis on ajoute au liquide du nitrate d'argent à 30 %.

La sensibilité se produit seulement après un repos de douze ou vingt-quatre heures. On achève comme dans les méthodes précédentes.

Procédé au nitrate d'argent ammoniacal. — Ce procédé se rapproche du précédent et produit aussi la maturation par l'alcalinité du mélange. Il en diffère en ce que l'on ajoute l'ammoniaque au nitrate d'argent avant de verser celui-ci dans la gélatine bromurée.

On dissout au bain-marie 40 gr. de gélatine et 21 gr. de bromure de potassium dans 100 gr. d'eau distillée. D'un autre côté, on fait dissoudre 30 gr. de nitrate d'argent dans 100 gr. d'eau et l'on ajoute à froid de l'ammoniaque pure jusqu'à dissolution complète du précipité qui se forme d'abord.

Après avoir versé ce nitrate ammoniacal dans la gélatine bromurée, on met le tout dans un bain-marie à 40° qu'on laisse refroidir spontanément jusqu'à 25°. On enlève alors l'émulsion et l'on continue comme ci-dessus.

Dans ces deux dernières préparations, il faut avoir soin de suivre exactement les formules pour éviter la formation de composés argentiques éminemment explosibles.

Procédés à l'iodure et au chlorure d'argent. — Nous avons dit plus haut qu'on ajoute quelquefois à l'émulsion de l'iodure d'argent. On admet généralement que cette addition enlève un peu de sensibilité et rend les glaces un peu plus lentes, mais en même temps elles deviennent plus pures et moins sujettes à se solariser et à produire des halos.

La proportion d'iodure d'argent ajoutée au bromure est d'ailleurs toujours très faible, environ $\frac{1}{25}$ ou $\frac{1}{50}$ du poids de ce dernier. Pour obtenir une émulsion en grains de grosseur convenable, il faut

avoir soin de faire d'abord le mélange de gélatine et de bromure d'argent et ajouter ensuite la faible quantité d'iodure alcalin qui est nécessaire ; ce dernier décompose en partie le bromure d'argent pour le transformer en iodure.

Le chlorure d'argent ajouté au bromure paraît agir en sens inverse de l'iodure et donne des plaques ayant une certaine tendance à se voiler.

Exposition. — La pose devra se faire suivant les règles habituelles, en ayant soin qu'aucun rayon de lumière diffuse ne pénètre dans la chambre noire. Malgré l'extrême sensibilité de l'émulsion au gélatino-bromure, il est bon de ne rechercher l'instantanéité que pour les sujets qui l'exigent absolument et de prendre dans tous les autres cas un temps de pose suffisant pour impressionner complètement la couche sensible et obtenir toute la finesse de détails et le modelé qui constituent une épreuve irréprochable.

Développement à l'oxalate de fer. — Bien qu'on puisse attendre plusieurs semaines après la pose pour révéler l'image, il est bon de le faire le plus tôt possible.

Deux méthodes peuvent être employées, l'une à l'oxalate de potasse ou au fer, l'autre à l'acide pyrogallique. La première est très simple et très usitée. Pour s'en servir on prépare les deux bains suivants :

A.	Eau distillée	1,000 gr.
	Oxalate neutre de potasse. .	300 —
B.	Eau distillée	1,000 gr.
	Sulfate de fer pur	125 —

Quand on veut révéler une épreuve, on verse une

partie de la solution B. dans deux parties de la solution A. de manière à obtenir la quantité de liquide nécessaire ; ainsi pour une glace 13 × 18 on prendra 40 c. c. de A. et 20 c. c. de B. On met la plaque dans la cuvette, le côté impressionné en dessus, et l'on incline pour que le liquide la recouvre d'un seul coup, puis on agite doucement jusqu'à la fin. Au bout d'une demi-minute environ, si la durée de la pose a été convenablement choisie, les grands noirs de l'image commencent à apparaître, puis les détails viennent peu à peu et après 4 ou 5 minutes le développement est terminé : on le reconnaît à ce que les grands noirs apparaissent à l'envers de la glace. Il ne faut cependant pas se fier à ce caractère d'une manière absolue, car l'épaisseur de la couche de gélatine et sa perméabilité peuvent être très-variables suivant le mode de préparation des plaques employées. Un autre caractère peut-être plus certain, c'est d'observer le moment où les parties blanches du cliché commencent à se couvrir d'un léger voile : l'épreuve, vue par transparence à la lumière rouge, paraît alors très opaque, et les détails dans les grandes lumières ont presque disparu. C'est alors qu'il faut arrêter le développement. En somme, la pratique est le meilleur guide pour cette opération délicate et fort importante, car de là dépend en grande partie la perfection de l'épreuve.

Il peut arriver que la durée de la pose ait été trop courte ou trop longue et que la couche sensible ait subi une action insuffisante ou trop profonde. Il importe de surveiller la venue de l'épreuve et de remédier à ce défaut, s'il y a lieu.

Dans le premier cas, lorsque la pose a été trop

brève, on le reconnaît à ce que le développement marche très-lentement : les grandes lumières viennent seules et l'on ne distingue aucun détail dans les ombres. On doit alors ajouter quelques gouttes d'hyposulfite de soude à 1 %. Mais il faut cependant opérer avec prudence, car une goutte en excès suffirait pour voiler le cliché.

Si, au contraire, la pose a été trop longue, on voit l'image apparaître très-vite et se couvrir d'un voile. On ajoute alors, pour retarder le développement, quelques gouttes de bromure d'ammonium à 10 %.

Après le développement, on lave à grande eau et l'on procède au fixage en plongeant le cliché dans une cuvette à moitié remplie d'une dissolution d'hyposulfite de soude à 12 %. On l'y laisse assez longtemps pour enlever complètement la couche blanc-jaunâtre formée par l'excès de bromure d'argent. Cette opération fait perdre au cliché une partie de son intensité, et l'on doit en tenir compte pour le développement. Lorsque la couche de bromure a disparu, on lave à grande eau et on laisse séjourner les plaques disposées verticalement pendant au moins deux heures dans de l'eau fréquemment renouvelée. Il est commode de se servir pour cela d'un des appareils laveurs que nous avons indiqués plus haut, à propos de la photographie sur collodion.

Développement à l'acide pyrogallique. — Après avoir décrit le procédé de développement des clichés au gélatino-bromure par l'oxalate de potasse, il nous reste à faire connaître l'autre méthode, le développement alcalin à l'acide pyrogallique, qui offre des avantages très-précieux en permettant de remédier dans

une large mesure aux défauts provenant d'une insuffisance ou d'un excès de pose. On prépare les solutions :

I.	Carbonate de soude ou de potasse. .	35 gr.
	Sulfite de soude.	10 —
	Eau distillée	150 —

et :

II.	Eau distillée	150 gr.
	Acide pyrogallique	12 —
	Sulfite de soude	25 —
	Acide citrique	1 —

On verse dans une cuvette une petite quantité de la dissolution I additionnée de dix fois son volume d'eau et l'on y trempe la glace pendant environ une minute, de façon à l'humecter couvenablement.

On ajoute alors un peu du liquide II, par exemple 2 c. c. pour 3 c. c. de I, et le développement commence ; il se fera régulièrement si le temps de pose a été bien choisi et sera terminé en cinq minutes.

Si la pose a été trop courte, l'image n'apparaît que très-lentement : on ajoute dans ce cas quelques gouttes de la solution I, et l'on peut recommencer jusqu'à ce que l'image se montre. On risque seulement de séparer du verre la couche gélatineuse. Si l'on s'aperçoit qu'elle commence à se décoller, on retire la plaque du bain et on la plonge, pendant au moins cinq minutes. dans un bain d'alun à 6 %. On lave et on recommence le développement.

Si au contraire la pose a duré trop longtemps et que par suite l'image apparaisse très-vite, on retardera sa formation en versant dans le bain une certaine quantité de bromure de potassium à 10 %.

Enfin, si l'on trouve pendant le développement que l'image manque de vigueur, on peut la renforcer en ajoutant un peu de la dissolution d'acide pyrogallique II.

Fixage. — Le fixage se fait à l'hyposulfite de soude comme dans la première méthode ; mais il est nécessaire ici d'enlever à l'épreuve, lorsqu'elle est fixée, la coloration jaune qu'elle a prise en la plongeant pendant environ dix minutes dans une dissolution d'alun à 10 %.

Cette dernière opération peut aussi se faire avant le fixage ; non seulement elle augmente la transparence et la pureté du cliché, mais encore elle durcit la couche de gélatine et l'empêche de se détacher du verre, ce qui se produit quelquefois, et permet de laver ensuite à l'eau ordinaire.

Après le tirage, on doit laver très-soigneusement pour éliminer complètement toute trace d'hyposulfite; sans cette précaution, on verrait l'épreuve se couvrir au bout de quelques jours d'un dépôt de petits cristaux et elle serait perdue. Il faut donc placer les clichés dans de grandes terrines dont on renouvelle l'eau souvent, ou mieux se servir d'un appareil à courant continu comme ceux que nous avons décrits plus haut (voir page 26). Du reste ces appareils sont surtout destinés aux clichés sur gélatino-bromure. On peut aussi enlever les dernières traces d'hyposulfite, soit par l'alun, comme nous venons de l'indiquer, soit par un réactif oxydant : eau oxygénée, eau de Javelle, chlorure de chaux, etc.

Renforçage. — Si l'on s'aperçoit, après le tirage, que le cliché n'a pas pris une vigueur suffisante et

qu'il est trop transparent, on peut encore à ce moment le renforcer et remédier à l'insuffisance du développement. Il vaut mieux procéder à cette opération immédiatement après le dernier lavage ; néanmoins on peut encore le faire lorsque le cliché est sec, mais il faut alors le tremper préalablement dans l'eau.

On prend une dissolution de bichlorure de mercure à 4 %, et l'on y plonge la glace jusqu'à ce qu'elle soit complètement blanche. On la retire alors à l'aide d'un crochet, on lave sous le robinet et on plonge vivement dans l'ammoniaque jusqu'à ce que le cliché devienne brun et que toute trace blanchâtre ait disparu de l'envers.

L'épreuve prendra une intensité d'autant plus grande qu'elle sera restée plus longtemps dans le bain de mercure.

Séchage. — On lave ensuite à grande eau et on laisse sécher. Le séchage est assez long et dure plusieurs heures : on peut l'abréger beaucoup et le réduire à quelques minutes en plongeant le cliché dans l'alcool à 40° ou même dans l'alcool méthylique à 90° qui absorbe l'eau.

L'alcool s'évapore ensuite très-rapidement. Mais il faut bien se garder d'avoir recours à l'action de la chaleur pour activer l'évaporation de l'eau, car on pourrait fondre la gélatine et perdre complètement le cliché.

Pour un faible tirage, il est inutile de vernir le cliché ; si l'on veut au contraire obtenir un grand nombre d'épreuves positives, il est bon de le protéger par une couche de vernis qu'on dépose à la manière

du collodion, après avoir bien épousseté la glace avec un blaireau.

Glaces isochromatiques. — Nous ne pouvons pas terminer ce chapitre sans dire un mot de ces plaques encore peu répandues, mais qui présentent certainement des qualités remarquables. Nous avons déjà dit que les radiations de couleurs différentes qui composent le spectre solaire possèdent un pouvoir photogénique très-inégal. Tandis que le bleu et le violet, couleurs foncées et peu visibles, agissent énergiquement sur les plaques sensibles, le jaune et le rouge, qui sont les couleurs les plus éclatantes, restent sans action. Il peut souvent résulter de là, au moins pour certains sujets, un véritable renversement des intensités lumineuses, les couleurs claires paraissant foncées sur les épreuves et les couleurs foncées venant au contraire très-claires. C'est là un grand inconvénient, qui peut déjà se faire sentir dans le paysage en donnant aux masses de verdure une teinte trop sombre; mais dans ce cas il est atténué par la grande quantité de lumière blanche qui baigne tous les objets et est renvoyée de tous côtés. Ce défaut est beaucoup plus grave dans les portraits, les reproductions d'étoffes et surtout de tableaux.

On a découvert heureusement certains produits qui, mélangés au gélatino-bromure, le rendent également sensible aux rayons de toute nature et permettent par conséquent de reproduire toutes les couleurs avec leur valeur relative exacte. On peut donner aux plaques ordinaires cette intéressante propriété en les plongeant dans une solution de ces substances. Telles sont la chlorophylle, l'aurine, la coralline, l'éosine. Cette

dernière paraît être la plus employée. C'est en ajoutant au gélatino-bromure d'argent une petite quantité d'éo-

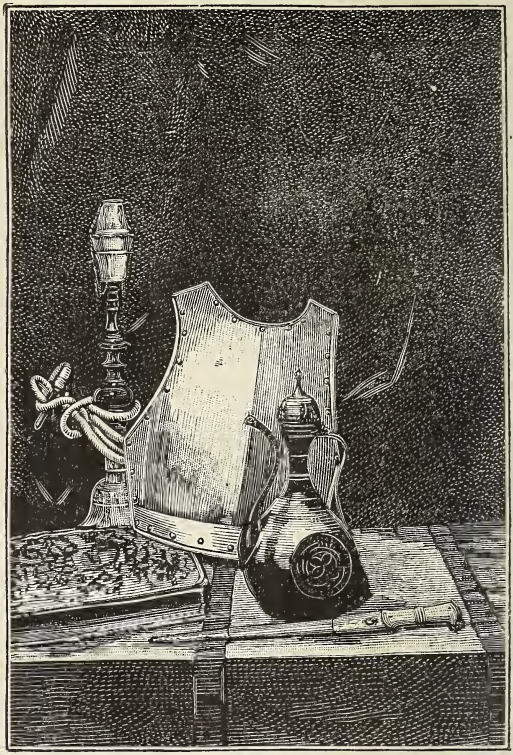


Fig. 17. — La photographie isochromatique.
A. — Epreuve photographique obtenue par le procédé ordinaire.

sine ammoniacale que M. John Clayton et M. Attout-Tailfer préparent des glaces dites isochromatiques.

Ces glaces sont exposées et développées comme les autres plaques au gélatino-bromure; pour les vues qui

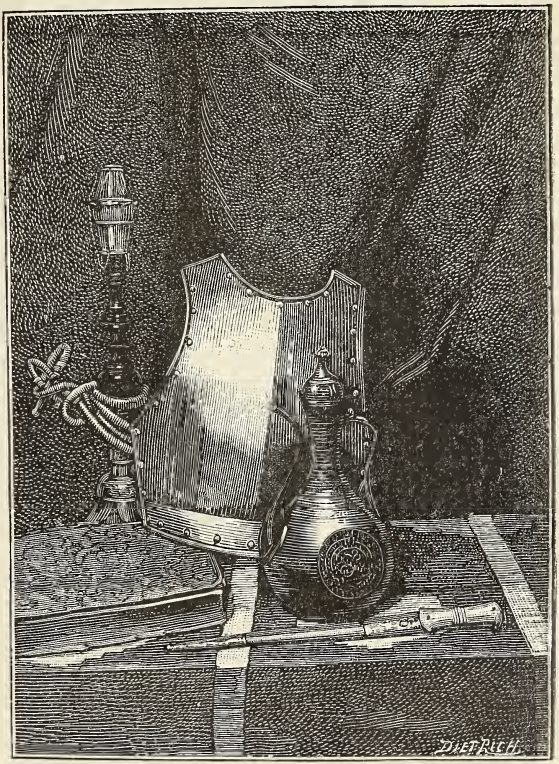


Fig. 17. — La photographie isochromatique.
B. — Epreuve photographique obtenue par le procédé isochromatique.

ont subi un certain temps de pose, il est préférable d'employer le développement au fer. Pour les poses

très-courtes, on recommande le développement à l'acide pyrogallique. Mais il est toujours indispensable d'opérer à la lueur d'une lumière franchement rouge, en interposant devant la lanterne deux verres rouges très-foncés.

La fig. 17 montre la différence des effets obtenus avec les plaques isochromatiques et avec les glaces ordinaires dans des conditions identiques. Le modèle représente, sur un tapis turc magenta foncé, à bandes et dessins jaune clair, une cuirasse, un poignard à fourreau vert, un vase oriental en cuivre rouge, un narghilé à tuyau bleu, un vieux livre et, par derrière, un rideau rouge très-foncé. On voit que, sur l'épreuve ordinaire, le tapis est venu clair avec des bandes et des dessins foncés. Les dorures du poignard se confondent avec le fourreau. Le vase manque de modelé ; les reflets bleutés sont durs et heurtés ; il en est de même pour la cuirasse et le narghilé. Le rideau est trop sombre et les plis n'apparaissent pas. On voit au contraire que ces défauts ont disparu sur l'épreuve fournie par le cliché isochromatique (fig. 17 B) (1).

(1) Voy. *Science et Nature*, 1885, vol. IV, p. 194.

CHAPITRE VII

NÉGATIFS SUR PAPIER OU SUR PELLICULES

Comparaison du verre et du papier comme support. — Différence entre les procédés sur papier anciens et nouveaux. — Pellicules sur carton : procédé Thiébaut. — Papiers pelliculaires : procédés Balagny. — Procédés Chardon et autres. — Châssis-extenseurs et porte-membranes pour papiers négatifs. — Appareils de voyage de M. Perron. — Châssis Eastman-Walker. — Clichés pelliculaires sur gélatine : plaques souples de M. Balagny. — Nécessité de retourner les clichés dans certaines méthodes. — Redressement dans la chambre noire. — Redressement par transport sur pellicule.

Comparaison du verre et du papier comme support. — Il semble qu'après l'invention du procédé au gélatino-bromure qui joint la rapidité aux autres qualités nécessaires pour donner un bon cliché, il soit inutile de chercher de nouveaux perfectionnements, et cependant la photographie paraît entrer depuis quelque temps dans une voie nouvelle en renonçant aux plaques de verre qui ont été employées pendant tant d'années pour revenir aux papiers sensibles abandonnés depuis les travaux de Niepce de Saint-Victor. Il arrive souvent ainsi que certains procédés, qui ne donnaient à l'origine que des résultats tout à fait insuffisants, peuvent être repris plus tard avec succès, lorsque des perfectionnements récents les rendent pratiques ou que les conditions nouvelles

dans lesquelles on opère mettent en évidence des avantages qu'on avait jugés d'abord très-secondaires. L'histoire de la photographie nous montrera encore d'autres exemples de ces curieux retours en arrière.

Le défaut de transparence, le grain qui s'imprime toujours plus ou moins sur les épreuves positives, telles sont les principales raisons qui ont fait abandonner autrefois la photographie sur papier, tandis que la transparence et la limpidité parfaite du verre, sa grande rigidité, qui assure la complète planéité de la couche sensible dans la chambre noire, paraissaient devoir lui procurer un succès éternel. Mais les conditions ont bien changé depuis la découverte du procédé sur verre : la nécessité de préparer les plaques au moment de s'en servir et de les développer aussitôt après la pose, l'ennui de transporter un matériel lourd et embarrassant ont pendant longtemps restreint les applications de la photographie et empêché le plus grand nombre des amateurs d'opérer hors de l'atelier. Au contraire, l'invention des procédés secs et surtout l'emploi du gélatino-bromure, la création d'appareils légers capables de se réduire à un très-petit volume, ont diminué dans une large proportion le bagage indispensable aux excursionnistes, et rendu très-pratique la photographie en voyage, de sorte qu'il n'est presque personne aujourd'hui qui ne veuille reproduire les monuments ou les merveilles naturelles qu'il a eu la bonne fortune d'admirer.

Malgré toutes ces améliorations, un dernier pas restait encore à faire dans cette voie : les plaques de verre, si commodes sous certains rapports, ne sont pas exemptes d'inconvénients : par leur poids elles consti-

tuent une partie notable du bagage, et empêchent souvent le touriste d'emporter de quoi prendre autant de vues qu'il le voudrait, tandis qu'en même temps leur fragilité expose l'opérateur à perdre en un instant le fruit de plusieurs jours de travail. Et ce n'est pas seulement en voyage que ces défauts se font sentir : même à l'atelier bien des glaces se cassent et ce n'est qu'en sacrifiant beaucoup de place que les photographes parviennent à conserver un grand nombre de clichés.

Ces motifs ont ramené l'attention vers la photographie sur papier et fait imaginer depuis quelque temps un certain nombre de procédés nouveaux qu'on a appelés procédés pelliculaires, mais qui présentent cependant avec les anciennes méthodes sur papier une certaine différence. Dans ces dernières en effet le papier ne servait pas seulement de support ; il était imprégné des substances sensibles, de sorte qu'il formait en même temps le milieu dans lequel se produisaient les réactions, comme le collodion ou l'albumine dans la photographie sur verre. Dans les procédés nouveaux, au contraire, le papier ou le carton ne joue ordinairement que le rôle de support et la couche sensible peut souvent en être détachée avant ou après le développement. Les émulsions au gélatino-bromure ont pu seules jusqu'à présent servir à la préparation de ces nouvelles plaques sensibles.

Pellicules sur carton ; procédé Thiébaut. — Nous avons dit plus haut que la rigidité du verre est un de ses plus grands avantages. Au contraire, dans les méthodes qui nous occupent maintenant, l'une des principales difficultés est de donner à la couche sen-

sible une rigidité suffisante pour qu'elle reste parfaitement plane, condition essentielle pour la mise au point.

Un certain nombre d'inventeurs sont arrivés à ce résultat en employant comme support, non pas du papier, mais un carton ou un bristol suffisamment épais à la surface duquel on étend l'émulsion. M. Thiébaut fit breveter le premier un procédé de ce genre. Après l'exposition à la chambre noire, le cliché est développé, fixé et séché à la manière ordinaire, puis on sépare du carton la couche de gélatine et l'on a un cliché pelliculaire bien transparent, qui peut servir au tirage des positifs. Un certain nombre d'opérateurs reprochent au carton son opacité, qui empêche de suivre le développement par transparence, comme on le fait ordinairement pour les négatifs sur verre ; mais on s'habitue facilement à cette manière de procéder.

Pellicules sur papier; procédé Balagny. — Dans la plupart des procédés pelliculaires, on a choisi comme support non plus le carton, mais une simple feuille de papier. Ces papiers sont généralement assez translucides pour permettre d'observer la venue de l'image par transparence.

Quant au tirage des positifs, il y a plusieurs manières d'opérer : certaines préparations permettent de détacher la pellicule de son support et de l'employer seule pour le tirage. Dans les autres cas, la couche sensible est adhérente et l'on doit ou bien tirer les positifs à travers le papier, ce qui est assez long, ou bien commencer par imprégner le cliché d'une substance qui le rende transparent, ce qui faci-

lite le tirage, mais nuit peut-être à la conservation des clichés.

Les méthodes de M. Balagny peuvent donner par quelques changements des pellicules adhérentes ou non adhérentes au papier. Voici l'une de ces méthodes.

Une glace horizontale bien nettoyée est d'abord enduite de cire en y versant un mélange de benzine, cire blanche, gomme Dammar et résine ordinaire.

On peut prendre comme support de très-beau papier à calquer, qu'on fait tremper dans l'eau pendant douze heures pour le ramollir, puis on le couvre de colle d'amidon formée de 15 gr. d'amidon pour 100 gr. d'eau et on l'applique sur la glace cirée lorsqu'elle est sèche. On chasse les bulles d'air et l'excès de colle à l'aide d'une raclette, puis, après séchage, on étend l'émulsion au gélatino-bromure. On laisse encore sécher et l'on a un papier avec pellicule adhérente.

Si l'on veut au contraire que la couche sensible puisse se détacher du papier support, on ajoute à la colle d'amidon 3 gr. de talc ; puis, quand le papier est collé sur la glace, avant d'étendre l'émulsion, on commence par passer une couche abondante de talc, et l'on couvre de collodion normal limpide, composé de 1,50 gr. de coton-poudre préparé à basse température pour 80 c. c. d'alcool et 120 c. c. d'éther.

Quand le collodion est sec, on applique l'émulsion. Il importe que cette dernière présente une consistance suffisante pour être employée seule au tirage des positifs. M. Balagny prend 50 gr. de nitrate d'argent et 70 gr. de gélatine pour 1 litre d'eau.

Ces papiers sensibles se développent par les méthodes ordinaires, mais il faut rendre les épreuves

plus vigoureuses que sur le verre. On peut suivre la venue de l'image par transparence en se servant d'une cuvette de verre. Le fixage et le lavage devront être aussi plus prolongés, parce que la couche de gélatino-bromure est généralement plus épaisse.

Procédé Chardon et autres. — M. Chardon prépare d'une manière analogue des pellicules adhérentes au papier, qui doit présenter les meilleures conditions comme finesse de grain et comme encollage. Le papier est trempé dans l'eau tiède et appliqué sur une glace également chauffée; on chasse les bulles d'air à l'aide d'une raclette et le papier adhère par l'humidité, sans qu'on ait besoin de le coller. On étend immédiatement le gélatino-bromure, et lorsqu'il a fait prise d'une façon suffisante, on enlève les feuilles de papier et on les suspend dans un séchoir afin de les sécher rapidement et sans élévation de température.

M. de Chennevières a donné aussi plusieurs procédés analogues aux précédents. Citons encore les papiers Morgan et Eastman.

Procédés pour rendre les clichés transparents. — Nous avons dit que les papiers précédents, quoique n'étant pas transparents, sont cependant assez translucides pour permettre de suivre le développement. Mais lorsqu'on veut tirer des positifs, le manque de transparence rend l'opération très-longue et produit presque toujours un léger grain sur les épreuves.

Aussi est-il préférable à ce point de vue de rendre d'abord le cliché transparent. La vaseline est une des substances qu'on emploie le plus souvent à cet usage. On s'est servi aussi dans ce but de cire et d'huile employée à froid. Mais la cire se brise facilement et

manque de transparence, l'huile s'altère à la longue et l'épreuve se pique.

M. Nodon a obtenu de bons résultats en enduisant, à l'aide d'un pinceau, le cliché bien desséché d'huile de ricin sur ses deux faces et comprimant avec un fer chaud. La chaleur et la pression ayant fait pénétrer l'huile dans tout le tissu du papier, on essuie avec soin, on plonge quelques instants dans un vernis spécial à l'alcool, puis on sèche. Le vernis emprisonne l'huile et rend le cliché inaltérable. Le tirage est presque aussi rapide qu'avec le verre et les épreuves n'offrent aucune trace de pointillé ni de granulé.

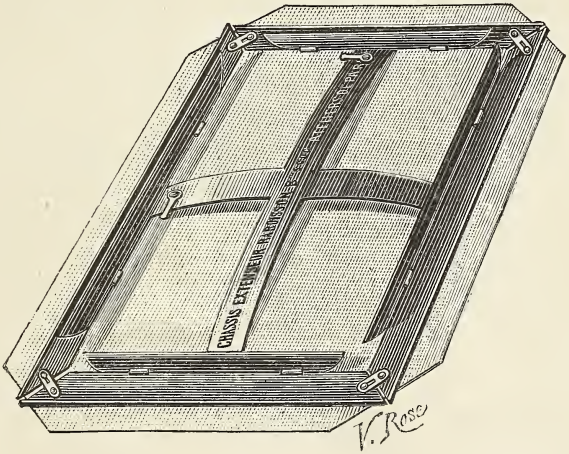


Fig. 18. — Châssis-extenseur (Faller).

Appareils extenseurs pour pellicules. — Avec les papiers de ce genre, il faut nécessairement recourir à

une disposition capable de maintenir la couche sensible parfaitement plane. Pour opérer dans l'atelier, on peut couper le papier en feuilles de grandeur convenable et les tendre comme on le fait souvent pour le dessin. Il existe actuellement un grand nombre d'appareils destinés à cet usage : stirators, cadres extenseurs, etc., pouvant ordinairement s'adapter à tous les modèles de chambres noires. Nous représentons ci-dessus un châssis-extenseur très-employé (fig. 18). Le porte-membrane Eastman (fig. 19) est très-simple : il est formé d'une mince planchette composée de feuilles de bois collées ensemble pour éviter tout gauchissement et d'un cadre métallique à bords rabattus.

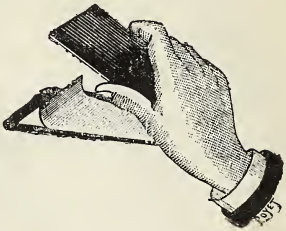


Fig. 19. — Porte-membrane Eastman.

Appareils de voyage. — Ces instruments, commodes dans l'atelier, ne sauraient convenir en voyage ; on a cherché à les remplacer par des dispotions qui permettent de faire successivement un certain nombre de clichés, tout en simplifiant autant que possible les opérations et en permettant de changer les papiers sans avoir besoin de s'enfermer dans

Epreuve obtenue par **contact**
sur papier **MORGAN,**
au gelatino bromure d'argent.

29, Boulevard des Italiens.

un laboratoire obscur. Un certain nombre de combinaisons ont été imaginées dans ce but.

Appareil de M. Perron. — M. Perron colle les feuilles d'émulsion sur une liasse continue de papier noir replié sur lui-même comme un album de vues, de sorte qu'elles sont protégées sur leurs deux faces contre la lumière et contre les frottements. La liasse tout entière est introduite dans une sorte de boîte qui s'adapte à la partie postérieure de la chambre noire, et la première feuille de papier est fixée à un cylindre de bois qu'on peut faire tourner à l'aide d'une manivelle pour enrouler autour de sa surface les feuilles d'émulsion à mesure qu'elles ont posé. Chacune des feuilles neuves vient ainsi successivement se présenter dernière une glace bien pure placée au foyer de l'objectif et sur laquelle on la fait appliquer exactement au moyen d'une planchette mobile, commandée par une vis de serrage. Chaque feuillet de papier noir porte un trou dans lequel vient tomber une broche verticale pour indiquer qu'on a assez tourné la manivelle et qu'une nouvelle feuille sensible est disposée derrière la glace. Lorsqu'on a posé, on desserre la vis de serrage de la planchette mobile, on tourne la manivelle jusqu'à ce que la broche rencontre un autre trou, on serre de nouveau la planchette mobile, et l'on est prêt à prendre une nouvelle vue.

Quand on est rentré à l'atelier et qu'on veut développer les clichés pris en excursion, on retire les émulsions qui ont posé par la partie postérieure du châssis en les déroulant, et l'on peut continuer avec ce qui reste. Après développement et fixage, on plonge les clichés dans une solution spéciale de glycérine et

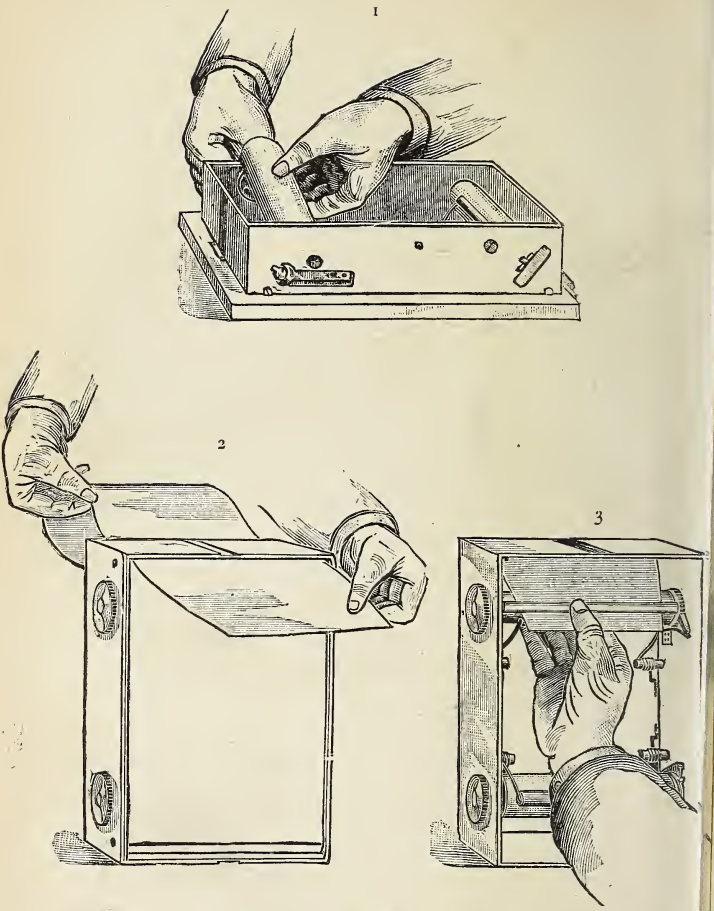


Fig. 20. — Châssis Eastman-Walker.

1. Placement de la bobine sur laquelle le papier est enroulé dans le châssis à rouleaux; — 2. Passage du papier sur la planchette d'exposition; — 3. Introduction de l'extrémité du papier sous le crampon de la seconde bobine.

on les étend sur une plaque de verre pour les faire sécher. Ils ont alors l'aspect de feuilles de papier transparent et sont à la fois souples et solides, de sorte qu'on peut les chiffonner sans craindre de les casser.

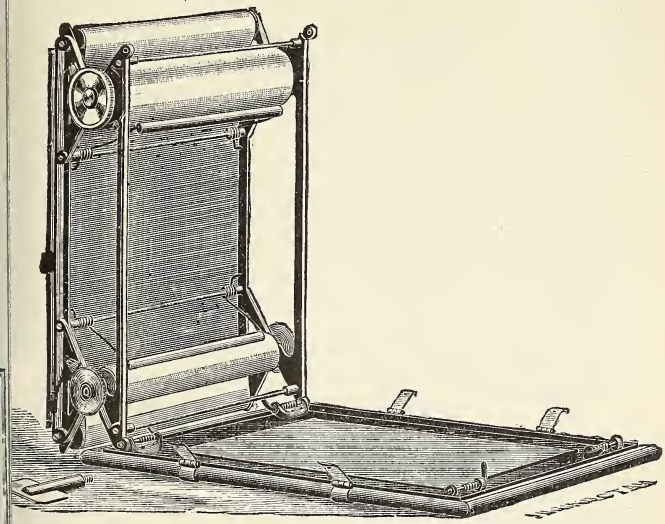


Fig. 21. — Châssis Eastman-Walker.

Châssis Eastman-Walker (fig. 20 et 21). — Il est destiné au même usage, est formé de deux cadres métalliques maintenus par des traverses, et réunis par une planchette mince destinée à maintenir la portion du papier qui est en train de poser. Le papier sensible est enroulé lors de sa fabrication sur une bobine en bois portant à chaque bout un axe bien centré qui sert à la fixer à l'une des extrémités du cadre. Il passe ensuite devant la planchette et vient s'enrouler,

à mesure qu'il a été exposé dans la chambre noire, sur une autre bobine munie de crampons placée à l'autre bout de l'appareil. Un perforateur automatique sépare par une ligne de petits trous les clichés successifs ; un signal indique l'instant où l'on a suffisamment enroulé le papier et un indicateur extérieur permet de constater que la feuille ne s'est pas déplacée. Enfin un petit frein régularise la tension du papier suivant les variations de l'humidité et de la température. Le châssis se place à la partie postérieure de la chambre noire, de sorte que la portion verticale du papier se trouve exactement au foyer de l'objectif. La fig. 21 montre l'appareil séparé de son socle par une extrémité et prêt à recevoir la bobine de papier. La fig. 20 montre la manière de fixer cette bobine, de faire passer le papier devant la planchette et de l'attacher à la bobine qui doit le recevoir après la pose.

Enfin l'on fabrique aussi d'autres papiers qui diffèrent de ceux dont nous venons de parler par une transparence beaucoup plus grande, de sorte qu'on peut développer et tirer des épreuves positives presque aussi facilement qu'avec les clichés sur verre. Ces papiers ne sont pas du reste plus rigides que les précédents et ils ont besoin comme eux d'être maintenus par un appareil extenseur.

Pellicules sur gélatine : plaques souples de M. Balagny. — Signalons encore un dernier procédé du même ordre : au lieu d'appliquer l'émulsion sur une feuille de papier, qu'il est si difficile de rendre transparente, d'autres inventeurs ont cherché un autre support. On a essayé pour cet usage différents corps, sans en trouver aucun qui satisfît à toutes les

conditions imposées. Le celluloïd, qui avait d'abord paru convenir, a été abandonné à cause de son prix élevé, de sa grande inflammabilité et de la difficulté de l'obtenir en plaques minces et bien planes et d'y faire adhérer la couche sensible.

La gélatine, qui a l'avantage d'être presque aussi transparente que le verre, a pourtant fourni aussi d'assez mauvais résultats, à cause de la facilité avec laquelle elle se laisse imprégner et modifier par l'eau. Cependant M. Balagny, en faisant subir à cette substance une préparation spéciale, est parvenu à l'empêcher d'absorber les liquides et de se dilater par leur action, et a pu obtenir des plaques très-satisfaisantes, qu'il a désignées sous le nom de plaques souples. Elles sont très-minces et très-légères, de sorte qu'à surface égale elles pèsent quatre fois moins que le verre; mais, comme le papier, elles n'ont pas la rigidité nécessaire pour se maintenir seules dans la chambre noire et il faut les tendre, soit à l'aide d'un des appareils décrits plus haut, soit plus simplement en les appliquant sur une feuille mince de zinc dont on enduit le pourtour d'une colle incapable d'abîmer les plaques.

La pose est très-rapide. Pour développer, il est commode de coller la plaque au fond d'une cuvette de verre pour la maintenir et permettre en même temps d'examiner par transparence la formation de l'image. Il suffit pour cela de mouiller la cuvette avec un peu d'eau qu'on rejette ensuite complètement : il reste assez d'humidité pour faire adhérer la plaque. On développe ensuite à la manière ordinaire ; le développateur au carbonate de soude avec sulfite de soude et acide pyrogallique réussit particulièrement bien.

Lorsque l'image est suffisamment venue, on plonge la plaque dans une dissolution d'alun à 6 % pendant cinq minutes, puis on fixe avec l'hyposulfite de soude à 15 %.

Le séchage seul diffère notablement du traitement ordinaire des glaces au gélatino-bromure. On éponge d'abord avec du papier buvard blanc, puis on plonge pendant trois minutes dans un bain de 100 parties d'alcool pour 50 de glycérine qui rend la plaque très souple et abrège beaucoup l'opération.

On met ensuite la plaque entre une glace et une feuille de toile cirée, cette dernière en contact avec le côté impressionné, et l'on exerce une légère pression à l'aide d'un rouleau de gélatine afin de chasser l'excès de liquide, ce que l'on achève en recommençant dans du papier buvard. Enfin on laisse la plaque dans un gros cahier de buvard blanc où elle finit de sécher.

Nécessité de retourner les clichés dans certaines méthodes. — Nous rattacherons à ce chapitre le retournement des clichés et le transport sur pellicules des clichés sur glaces. Nous avons vu que l'image obtenue dans la chambre noire est renversée, de sorte que sa droite correspond à la gauche du modèle et inversement. Ce changement est souvent sans importance, car le tirage de l'épreuve positive produit un nouveau retournement qui détruit le premier, et par conséquent l'épreuve est redressée et pareille au modèle.

Mais pour certains procédés et notamment pour les tirages mécaniques dont nous parlerons dans la seconde partie de cet ouvrage *(voir gravure photographique)*, le cliché sert à produire un nouveau type

qu'on emploie ensuite pour le tirage de nombreuses épreuves, gravures, littographies, etc. Si le premier cliché est renversé, le type obtenu sera redressé et par suite les épreuves seront renversées. Pour obvier à cet inconvénient, il est indispensable de redresser le premier cliché, ce qu'on fait soit directement dans la chambre noire, soit en le détachant de la glace et en l'appliquant sur un autre support.

Redressement dans la chambre noire. — Lorsqu'on veut obtenir directement dans la chambre un cliché redressé, la méthode la plus simple consiste à impressionner la glace retournée de manière que la surface sensible soit derrière. Mais il faut dans ce cas avoir soin de produire une image bien nette : le plus simple est de mettre au point sur une glace dépolie de même épaisseur que les plaques, placée dans le même châssis et ayant le côté dépoli en arrière. On n'aurait pas un résultat exact en mettant au point comme d'ordinaire et diminuant ensuite le tirage de la chambre d'une quantité égale à l'épaisseur du verre dépoli : outre qu'il serait difficile de le faire exactement, le verre viendrait remplacer une couche d'air de même épaisseur, ce qui n'est pas équivalent pour la mise au point.

On peut aussi placer dans la chambre noire un prisme à réflexion totale ou une glace à faces parallèles qu'on adapte à la monture de l'objectif ; ce prisme réfléchit le faisceau lumineux qui pénètre dans l'appareil et redresse l'image. Mais c'est une disposition embarrassante et assez coûteuse et qui n'est employée que dans les grands ateliers de reproduction.

Redressement par transport sur pellicule. — Le plus souvent on préfère détacher la couche sensible de la glace qui lui servait de support et l'appliquer sur une pellicule par la face qui d'abord était libre, ce qui redresse l'image ; si même la pellicule est très-mince, on pourra l'employer dans les deux sens.

Lorsqu'on sait d'avance, et c'est le cas le plus fréquent, qu'un cliché devra être retourné, on enduit préalablement la glace de talc avant de la collodionner, afin de faciliter la séparation de la couche sensible. Quand le cliché est fixé et séché, on peut étendre à sa surface une dissolution de caoutchouc dans la benzine, puis après séchage une couche de collodion normal. Ensuite on donne un trait de canif tout autour du cliché sec ; on place dessus un papier mouillé et le tout s'enlève facilement ensemble ; on applique la face devenue libre sur un second papier, et on enlève le premier, ce qui permet de faire adhérer l'épreuve redressée sur une nouvelle glace enduite d'une solution faible de gomme arabique, ou sur toute autre surface.

D'autres procédés analogues sont fondés sur l'emploi de la gélatine. Ces modes de transfert peuvent aussi être appliqués utilement sans qu'on ait besoin de redresser l'image, par exemple en voyage pour éviter d'emporter un nombre de glaces trop considérable.

CHAPITRE VIII

PROCÉDÉS DIVERS POUR POSITIFS AUX SELS D'ARGENT, D'URANE, DE PLATINE

Procédés sur papier aux sels d'argent avec développateurs. — Procédé Vigier. — Autres procédés analogues. — Procédés aux sels d'urane — Collodio-chlorure. — Platinotypie. — Papier sépia. — Positifs sur papier au ferro-prussiate. — Papiers positifs au gélatino-bromure d'argent: procédé Eastman. — Positifs instantanés.

Positifs aux sels d'argent avec développateurs. — La méthode pour l'obtention des positifs sur papier aux sels d'argent, que nous avons décrite plus haut, a été pendant longtemps la seule en usage ; elle est même encore souvent employée aujourd'hui parce qu'elle est beaucoup plus simple que le procédé au charbon et moins coûteuse que l'emploi des papiers au platine.

Avant d'arriver au procédé au charbon, nous allons indiquer dans ce chapitre quelques procédés reposant encore sur l'emploi des sels métalliques, et qui, s'ils ne sont pas tous nouveaux, présentent cependant un certain intérêt.

Il existe par exemple des méthodes dans lesquelles on se sert d'un révélateur comme pour les clichés, ce qui permet de diminuer beaucoup la durée de l'exposition, et aussi d'utiliser des clichés très-doux ; ce

sont même ceux qui réussissent le mieux. Tel est le procédé suivant, dû à M. le comte Vigier.

Procédé Vigier. — Le papier, qui doit être fortement encollé, est fixé horizontalement sur une planche et l'on étend à sa surface un mélange de nitrate d'argent, d'iodure de potassium et d'eau distillée. On sèche, puis on lave à grande eau pendant douze heures, et l'on sèche de nouveau.

On prend ensuite un bain d'acétonitrate d'argent faible ; on pose la feuille à la surface du liquide. Au bout de quelques minutes on sèche avec du papier buvard, et l'on expose le papier sous le négatif à la lumière diffuse pendant moins d'une minute.

On révèle alors l'image en posant la feuille à la surface d'une dissolution saturée d'acide gallique mélangée avec un tiers d'acétonitrate. On lave, puis l'on fixe et l'on vire à l'aide d'un mélange d'hyposulfite de soude et de chlorure d'or. Enfin on lave une dernière fois, et l'épreuve est terminée.

Autres procédés analogues. — Nous devons observer que les procédés décrits page 13 pour l'obtention des négatifs sur papier peuvent généralement servir à obtenir des positifs. Signalons aussi les procédés intéressants de M. Bayard, qui furent peu appliqués, malgré leur sensibilité, et sont aujourd'hui à peu près tombés dans l'oubli.

Procédés aux sels d'urane. — Dans d'autres méthodes, les sels d'argent ne jouent plus qu'un rôle accessoire. Citons notamment celui de Niepce de Saint-Victor.

Une feuille de papier maintenue plusieurs jours dans l'obscurité est placée quelques minutes à la sur-

face d'un bain d'azotate d'urane à 20 %, puis séchée dans l'obscurité et exposée sous un négatif pendant un temps qui varie de une à dix minutes au soleil et peut atteindre une heure à l'ombre. On peut voir après la pose une image très-faible, qu'on fait apparaître complètement en développant par une immersion d'environ une demi-minute dans une solution d'azotate d'argent à 6 % additionné d'une trace d'acide acétique. Enfin on fixe en lavant avec soin à plusieurs eaux. On peut aussi virer au chlorure d'or.

Collodio-chlorure. — On désigne sous ce nom un papier recouvert d'une émulsion de chlorure d'argent dans le collodion. Il sert surtout pour les positifs qu'on veut transporter sur un nouveau support, comme les épreuves à fond d'or ou d'argent, les presse-papier de cristal, etc.

On peut, dans ce cas, d'après M. Geymet, recouvrir le papier d'abord de gélatine, puis de collodio-chlorure, qui reste adhérent si on fait toutes les opérations à froid; si au contraire on dissout par l'eau tiède la couche de gélatine interposée, l'image se détache et peut être appliquée sur un autre support. La préparation du collodio-chlorure est assez compliquée.

Platinotypie. — Les méthodes que nous venons d'indiquer n'ont pas réussi à remplacer le procédé ordinaire aux sels d'argent. Il était donc utile d'avoir un moyen d'obtenir des épreuves à peu près inaltérables sans avoir besoin de recourir au procédé au charbon qui exige des manipulations longues et assez délicates. Le papier au platine est venu combler cette lacune.

Il est environ trois fois plus sensible que le papier

ordinaire aux sels d'argent et donne de belles épreuves ayant l'aspect des gravures et extrêmement peu altérables. Remarquons seulement qu'il est indispensable de le conserver à l'abri de l'humidité, ce qui est facile à réaliser en se servant d'étuis spéciaux qui renferment du chlorure de calcium.

Bien qu'on se procure ordinairement ce papier tout sensibilisé, nous indiquerons d'abord sa préparation. Ce papier doit être encollé avec une dissolution de gélatine, d'arrow-root, ou de varech, par exemple 10 gr. de gélatine pour 300 gr. d'eau. On porte à 60° et on ajoute 3 gr. d'alun dissous dans 200 c. c. d'alcool. On maintient à 18° et on fait flotter le papier à la surface.

On sensibilise ensuite à l'aide d'un mélange de chlorure double de platine et de potassium et d'oxalate de peroxyde de fer dans les proportions de 24 c. c. de solution de platine et 22 c. c. de solution de fer pour 4 c. c. d'eau distillée. On augmente la dose de fer quand le papier est très encollé ; on la diminue dans le cas contraire.

La couche sensible ainsi obtenue présente, avant d'avoir subi l'action de la lumière, une couleur jaune citron, qui se modifie pendant l'exposition et peut arriver jusqu'au gris foncé, ce qui permet de suivre la venue de l'image ; mais il est bon de le faire sans exposer celle-ci à la lumière du jour, dont l'influence, si courte qu'elle soit, produirait cependant une dégradation visible seulement après qu'on aurait développé.

Lorsqu'on juge la pose suffisante, on retire du châssis et on développe, soit immédiatement, soit au bout de quelques heures ; dans ce dernier cas, on

replace le papier dans un étui à chlorure de calcium. Le développement se fait à une faible lumière blanche. au moyen d'une solution d'oxalate neutre de potasse à 30 %, sur laquelle on laisse flotter la feuille pendant quelques secondes. la face impressionnée en dessous. en évitant soigneusement les bulles d'air. Ce bain doit être employé à une température de 65 à 75°. Cependant, lorsque le temps de l'exposition n'a pas été bien calculé, on peut corriger les effets d'une insuffisance ou d'un excès de pose en élevant ou en abaissant la température de la solution révélatrice.

Après le développement, les épreuves doivent être lavées au moins dans deux ou trois bains d'acide chlorhydrique à 1.5 % pour enlever le sel de platine et de fer non impressionné : le dernier bain ne doit prendre aucune coloration. Enfin on lave et on sèche. La toile, la soie, etc., peuvent aussi être sensibilisées par les sels de platine, et se prêtent au même mode de développement.

Papier sépia. — On fabrique également des papiers spéciaux au platine, dits papiers sépia, qui offrent une teinte différente et produisent également de très-bons effets. Ils doivent leur coloration à ce qu'on additionne le chlorure de platine de chlorure de palladium. Les parties qui représentent les ombres apparaissent plus fortement impressionnées qu'avec le papier ordinaire.

On opère comme avec le papier précédent : il faut seulement ajouter au développateur soit du carbonate de soude, ou du succinate de soude, soit du benzoate d'ammoniaque.

Positifs sur papier au ferro-prussiate. — Un autre

procédé consiste à employer des papiers préparés uniquement aux sels de fer, par exemple le papier au ferro-prussiate, qui donne des images à traits blancs sur fond bleu ou par un second tirage des épreuves à traits bleus sur fond blanc. Ce papier a l'avantage de se prêter à un développement rapide et facile, mais la couleur bleue des épreuves et la dureté des ombres l'ont fait rejeter à peu près complètement pour les épreuves photographiques ordinaires et il n'est guère utilisé que pour obtenir rapidement des copies de plans, de dessins ou d'autres documents analogues. Aussi remettrons-nous à un autre chapitre (*la Photographie sans appareil*) les indications relatives à l'emploi de ce papier.

Papiers positifs au gélatino-bromure : procédé Eastman. — Pour terminer la description des procédés qui permettent de tirer assez rapidement des épreuves positives, il faut signaler l'emploi de papiers imaginés récemment et qui sont recouverts d'une couche de gélatino-bromure d'argent ; ils possèdent par conséquent une très-grande sensibilité, mais ils doivent être traités à peu près comme les négatifs de même nature et exigent un développement. Tel est par exemple le papier positif de M. Marion et celui de M. Eastman. Ce papier, qu'on se procure tout sensibilisé, est introduit dans le châssis-presse sous le négatif, comme on le fait pour le papier ordinaire aux sels d'argent. Ce chargement, ainsi que le développement et le fixage, peut se faire à la lumière rouge, verte ou jaune.

La durée de la pose est variable avec l'éclairement et l'intensité du cliché. Elle est généralement très-

courte : ainsi, avec un négatif d'une force moyenne, il suffit d'une seconde à la lumière diffuse du jour et d'environ dix secondes avec un bec de gaz placé à une distance de 30 centimètres. On peut se servir aussi d'un cliché sur papier : suivant qu'il est rendu transparent par la vaseline ou qu'il ne l'est pas, le temps de pose varie du double au triple.

En général, l'intensité de la lumière pour le tirage doit être réglée, comme dans la plupart des méthodes, suivant l'intensité du cliché : on obtient ordinairement de bons résultats en faisant poser les négatifs durs à une lumière forte et les négatifs faibles à une lumière diffuse très-faible : on peut sauver ainsi beaucoup de clichés qui ne donneraient, sans ces précautions, que des épreuves heurtées et dures ou des images grises et sans vigueur.

Pour développer, on mélange 100 gr. d'oxalate neutre de potasse à 25 % un peu acidulé, 15 gr. de sulfate de fer à 30 % également acidulé et 2 gr. de bromure de potassium à 2 %.

L'épreuve est d'abord trempée quelques minutes dans l'eau pour la ramollir et la bien mouiller afin d'éviter les bulles d'air, puis elle est égouttée et plongée dans le bain révélateur, le côté impressionné en dessus. L'image apparaît graduellement et l'on arrête le développement quand les ombres ont atteint leur valeur. Au sortir de ce bain et avant de laver l'épreuve, on la passe à trois reprises dans une solution d'acide acétique très-étendu, renouvelée chaque fois, et qui sert à arrêter la venue de l'image et surtout à dissoudre le sulfate de fer et à l'empêcher de pénétrer dans les fibres du papier.

On lave ensuite à l'eau pure et l'on fixe en laissant séjourner dix minutes dans l'hyposulfite à 15 %. Enfin l'on fait sécher les épreuves en les suspendant et non en les épongeant avec du papier buvard.

Positifs instantanés. — Ces papiers présentent encore une autre qualité : ils permettent de tirer en quelques minutes une épreuve positive d'un cliché sur verre ou sur pellicule aussitôt après le développement et lorsqu'il est encore mouillé, de sorte que l'opérateur peut se rendre compte aussitôt de la valeur de ce cliché. Voici comment on procède dans ce cas : le négatif, débarrassé de l'hyposulfite par un bon lavage, est placé dans une cuvette d'eau avec le papier positif, les deux surfaces préparées en contact : s'il s'agit d'un cliché pelliculaire, on applique en outre les deux feuilles sur une plaque de verre pour les maintenir. puis on retire le tout en soulevant la glace, et l'on chasse les bulles d'air à l'aide d'une râclette en caoutchouc. On essuie alors avec soin le dos du verre, pour enlever les gouttes d'eau qui produiraient des taches sur l'épreuve, on expose à la manière ordinaire et l'on développe comme nous l'avons indiqué ci-dessus. On peut donc, grâce à ce procédé, avoir une épreuve positive un quart d'heure après la pose.

CHAPITRE IX

POSITIFS AU CHARBON

Altérabilité des épreuves aux sels d'argent. — Préparation du papier au charbon. — Exposition. — Photomètre Vidal. — Difficulté du développement. — Utilité du transfert. — Méthodes par double transfert. — Méthodes par simple transfert. — Epreuves monochromes. — Production des couleurs au développement : procédé Poitevin.

Altérabilité des épreuves aux sels d'argent. — Dès les premières années de la photographie sur collodion, l'on ne tarda pas à s'apercevoir que les images positives sur papier aux sels d'argent, qui présentent des teintes agréables et offrent l'avantage de pouvoir s'obtenir assez rapidement tout en n'exigeant que des manipulations assez simples, ont l'inconvénient de s'altérer peu à peu sous l'influence de la lumière et de se trouver souvent complètement perdues au bout d'un certain temps. Sans doute il est possible de rendre les épreuves bien plus durables en apportant beaucoup de soin à leur tirage et surtout en répétant et en prolongeant les lavages ; c'est là un point important, auquel on doit prêter la plus grande attention : il faut toujours que les épreuves soient parfaitement lavées, afin de les débarrasser complètement des produits inutiles qui réagissent ensuite à la lumière et modifient les tons de l'image. Mais il est

impossible de remédier complètement à ce défaut et d'empêcher au bout de quelques années les noirs de l'épreuve de pâlir et les clairs de prendre une teinte jaune.

Aussi a-t-on cherché un autre procédé qui permette d'obtenir des épreuves absolument inaltérables, et l'on y est parvenu en employant la substance sensible non plus à produire elle-même la coloration de l'image, mais seulement à retenir sur les parties impressionnées une poudre colorée complètement insensible, qu'on a mélangée avec elle.

Poitevin a trouvé le premier, en 1855, la solution de ce problème en utilisant la propriété déjà connue que possède la gélatine additionnée d'un bichromate alcalin de devenir insoluble même dans l'eau chaude lorsqu'elle a subi l'action de la lumière. Si l'on ajoute à ce mélange une poudre quelconque insensible à l'action des rayons lumineux, on pourra obtenir facilement des épreuves positives inaltérables : il suffira d'exposer au châssis-presse, sous un cliché négatif, une feuille de papier enduite de cette gélatine colorée. Après une exposition suffisante, on lave à l'eau tiède : la gélatine se dissout dans les parties que les noirs du cliché ont protégées contre les rayons lumineux et, entraînant avec elle la poudre colorée, laisse apparaître la surface du papier. Au contraire, dans les parties qui ont reçu la lumière, le mélange devenu insoluble reproduira les ombres du modèle.

Préparation du papier au charbon. — On peut dissoudre 200 gr. de gélatine bien pure dans un litre d'eau chaude, clarifier avec du blanc d'œuf battu et filtrer. La poudre de charbon est broyée dans l'eau

et mélangée peu à peu et avec soin à la gélatine. Le papier étant mouillé, on l'applique sur une glace bien horizontale afin de le maintenir, on étend la mixtion à sa surface, et, lorsqu'elle s'est solidifiée et adhère suffisamment, on enlève la feuille et on la fait sécher. Il faut ensuite sensibiliser le papier en le trempant dans un bain de bichromate de potasse à 5 % et dont la température ne doit pas dépasser 10 à 12°.

Lorsqu'il est sec, on l'expose sous le cliché ; la durée de la pose doit être environ moitié plus petite qu'avec le papier aux sels d'argent. On développe ensuite avec de l'eau tiède à 35° environ. Pour simplifier les opérations précédentes, on peut se procurer le papier tout mixtionné, c'est-à-dire imprégné du mélange de gélatine et de poudre colorée ; il ne reste alors qu'à le sensibiliser au moment de s'en servir.

Exposition. — Remarquons qu'avec cette méthode il est impossible de suivre pendant la pose la venue de l'épreuve comme on le fait avec le papier aux sels d'argent, puisque l'image est invisible et n'apparaît que pendant le développement à l'eau tiède. Il est donc indispensable de se servir d'un photomètre si l'on veut se rendre compte du temps de pose nécessaire.

Photomètre Vidal. — Le plus simple a été imaginé par M. Vidal : il s'appuie sur ce fait que, pour tirer une épreuve à travers un même cliché, il faut toujours la même quantité de lumière, et par conséquent, pendant le temps nécessaire, un papier aux sels d'argent prendra toujours la même teinte. On fait donc une série de bandes présentant toutes

les nuances du brun depuis le plus clair jusqu'au plus foncé, et l'on perce un trou rond au centre de chaque bande. Puis à travers le cliché à essayer on tire une épreuve par tâtonnement et l'on impressionne en même temps un morceau de papier aux sels d'argent; si l'épreuve positive est bonne, on présente le papier successivement derrière les trous des différentes bandes du photomètre jusqu'à ce qu'on trouve celle qui a exactement la même teinte, et l'on note son numéro. Il suffit ensuite, pour obtenir une bonne épreuve avec le même cliché, d'exposer pendant le temps nécessaire pour qu'un papier aux sels d'argent reprenne la même teinte que précédemment.

Difficulté du développement. — Un autre inconvénient plus sérieux, c'est que dans les demi-teintes la couche de gélatine, ne subissant qu'imparfaitement l'action de la lumière, n'est rendue insoluble qu'à la surface et la partie profonde du mélange, n'ayant pas été attaquée, se dissout pendant qu'on développe. Il en résulte que, dans ces parties, la pellicule impressionnée, n'adhérant pas au papier, pourra s'arracher facilement, au grand détriment de l'épreuve.

Utilité du transfert. — On a cherché à corriger ce défaut en décollant la pellicule de gélatine du premier papier pour l'appliquer sur un autre avant de développer: c'est alors la surface impessionnée qu'on place en dessous et qui adhère au nouveau support, de sorte qu'on peut laver sans craindre de rien arracher. Il faut remarquer d'ailleurs que cette opération a pour effet de retourner l'image, ce qui peut être souvent un inconvénient, et qu'on est ensuite obligé, si on veut l'éviter, d'avoir recours à un

second transport, ce qui complique beaucoup les manipulations. De là un grand nombre de méthodes qui ne diffèrent guère que par les détails.

Méthodes par double transfert. — Une des plus simples est la suivante. On commence par sensibiliser le papier mixtionné avec une dissolution de bichromate à 5 °/₀ comme il a été dit plus haut. Pour cela, après l'avoir soigneusement épousseté à l'aide d'un blaireau, on le plonge, la face mixtionnée en dessus. dans la cuvette contenant le bichromate ; puis, après s'être assuré qu'il ne reste aucune bulle d'air, on le retourne lentement et on le laisse ainsi jusqu'à ce qu'il soit devenu bien plan ; puis on le fait sécher en le suspendant par deux coins.

Pendant l'exposition au châssis-presse, il est bon d'empêcher les bords du papier d'être attaqués par la lumière en les couvrant d'un papier noir ou rouge, car cela ferait soulever la couche sensible qui se séparerait du papier.

Après la pose, on plonge le papier, la face impressionnée en dessus, dans une cuvette d'eau froide : quand il est devenu plan et qu'il s'est complètement ramolli, on met également dans l'eau, la face en dessous, le papier destiné à recevoir l'épreuve : les deux feuilles s'attachent l'une à l'autre ; on les retire au bout de quelques minutes, puis on achève de les faire adhérer et on chasse les bulles d'air interposées en frottant avec une raclette de caoutchouc. On comprime alors légèrement pendant un quart d'heure, puis on plonge dans l'eau à 40° environ : le papier primitif se détache et on l'enlève ; l'épreuve adhère à l'autre feuille et se développe. On plonge ensuite dans l'eau

froide, puis dans une solution d'alun à 5 °/₀ où on laisse séjourner dix à douze minutes.

On voit que l'épreuve obtenue par ce moyen est renversée ; si l'on veut la redresser, il faut avoir recours à un nouveau transport. On emploie alors comme support provisoire, soit une glace passée à la cire ou au talc et recouverte de collodion normal, soit un papier préparé spécialement pour cet usage, par exemple un papier stéariné qu'on obtient en trempant du papier albuminé dans une dissolution tiède contenant pour 100 parties d'alcool 15 de stéarine et 5 de résine de pin ; l'on retire immédiatement et l'on frictionne la surface albuminée avec du coton.

Lorsque le premier transport sur ce papier stéariné a été fait comme nous venons de l'expliquer, et qu'on a passé l'épreuve au bain d'alun, on la lave à deux eaux, puis on la pique sur une planchette pour la faire égoutter. On applique ensuite pendant un instant le côté impressionné sur la surface d'un bain de gélatine à 8 °/₀, de manière à le recouvrir d'une couche de cette substance qu'on laisse sécher, puis on transporte sur un papier définitif en opérant dans l'eau froide comme précédemment, et passant à la raclette de caoutchouc, après quoi on laisse sécher. Le papier stéariné s'enlève alors facilement, et l'on obtient l'épreuve fixée sur le second papier.

M. Léon Vidal, qui recommande ce procédé, a conseillé ensuite de remplacer le papier stéariné par un papier végétal enduit de gomme laque, qu'on obtient en plongeant les feuilles dans l'alcool saturé de gomme laque blanche. L'image adhère très-bien à ce support et les bulles d'air se voient parfaitement

par transparence. Les manipulations sont à peu près les mêmes.

Un certain nombre d'autres procédés diffèrent du précédent, surtout par la nature du support provisoire, ce qui entraîne aussi quelques changements dans les opérations. Ainsi M. Swann et M. Braun se servent d'un papier au caoutchouc qu'on applique fortement contre l'épreuve. On plonge dans l'eau chaude pour développer et enlever le papier primitif. On fait ensuite adhérer avec force le papier définitif, et l'on dissout par la benzine le papier caoutchouté.

Méthodes par simple transfert. — D'autres inventeurs ont cherché à éviter le double transport en employant différents artifices. M. Marion y est parvenu en détachant de sa glace le cliché négatif, de sorte qu'on peut le retourner. Pour cela, il verse sur ce cliché une couche transparente de collodion qu'il recouvre d'un vernis pour la faire adhérer, puis, en plongeant dans l'eau, il sépare le tout de la plaque de verre et obtient ainsi un cliché pelliculaire qui peut être employé dans les deux sens. Si on le dispose retourné dans le châssis-presse sur une glace ou un papier recouvert de gélatine colorée, on aura une épreuve qui sera également retournée. Mais si, avant de la développer, on la transporte dans l'eau froide sur un nouveau support on aura une image normale, et l'on aura évité le second transport. On peut employer ici comme support, définitif du papier albuminé dont on mouille l'envers avec de l'eau pure. Quand ce papier a été appliqué sur la première épreuve dans l'eau froide, on sèche le tout ensemble sous la presse, et l'on coagule l'albumine par l'action

de la vapeur d'eau dans une boîte fermée. On développe ensuite et l'on détache le papier primitif dans l'eau chaude.

M. Vidal supprime le second transport en retournant le papier exposé au châssis-presse. Ce papier doit donc être très-transparent : on l'enduit d'une mixtion formée de 12 gr. de gélatine et de 15 c.c. d'encre de Chine liquide pour 100 c. c. d'eau et on sensibilise à l'aide de bichromate d'ammoniaque. On expose ce papier à la lumière, le côté non préparé en contact avec le cliché, et l'on obtient une épreuve retournée, qu'on peut transporter sur un support définitif.

Suppression du transfert. — On peut même, dans le procédé précédent et dans tous ceux qui ne nécessitent qu'un transfert, éviter ce transport unique à condition d'exposer sous un cliché retourné. Mais il ne suffit pas de retourner la glace sensible, dont l'épaisseur nuirait beaucoup à la netteté de la pose. On ne peut opérer ainsi qu'avec les clichés pelliculaires dont l'épaisseur est très-faible. Si le négatif est sur glace, il faut le retourner, soit directement dans la chambre noire, soit en le détachant de la glace pour l'appliquer sur un autre support. Nous avons expliqué plus haut (Voy. p. 87) la manière de faire ces opérations.

Remarquons enfin qu'en appliquant le retournement du cliché aux méthodes par double transfert on évitera un des deux changements de support.

Epreuves monochromes. — Les procédés précédents présentent, comme on le voit, le grand avantage de donner des épreuves absolument inaltérables puisqu'on les obtient en mélangeant avec la substance

impressionnable du charbon ou une autre poudre tout à fait insensible à l'action de la lumière. Ils permettent en outre d'avoir des reproductions de couleurs différentes en faisant varier la nature de la poudre employée ou la couleur du papier qui sert de support. Mais ils ont l'inconvénient de compliquer beaucoup les manipulations par le double transport qu'ils demandent presque toujours et par suite d'exiger de l'opérateur beaucoup plus de temps et surtout plus d'habileté.

Production des couleurs au développement : procédé Poitevin. — Pour terminer cette énumération rapide des procédés qui reposent sur l'emploi des poudres colorées, citons encore le suivant qui est dû à M. Poitevin, et dans lequel on applique la poudre et on produit à volonté la coloration de l'épreuve seulement après l'exposition au châssis-presse. Le négatif est verni au copal ; d'un autre côté, on prépare une solution de 10 gr. de perchlorure de fer pour 30 gr. d'eau et une autre de 5 gr. d'acide tartrique dans la même quantité d'eau.

On filtre et l'on mélange, puis l'on recouvre d'une couche bien égale de ce liquide une glace doucie placée horizontalement ; on fait écouler la liqueur en excès et on laisse sécher une journée dans l'obscurité. Il suffit alors d'exposer cinq minutes au soleil, mais au sortir du châssis l'image est à peine visible. Bientôt les parties du mélange qui sont devenues insolubles sous l'influence de la lumière attirent peu à peu l'humidité de l'atmosphère et deviennent capables de retenir la poudre colorée qu'on étend avec précaution au moyen d'un blaireau fin et bien sec. Les différents

points de l'image se révèlent successivement; par suite on peut suivre facilement la venue et renforcer à volonté les parties qui en ont besoin.

Si l'on veut transporter l'épreuve sur papier, on la recouvre de collodion normal et on lave à l'eau, puis à l'eau acidulée. L'image se détache alors de la glace et on peut l'appliquer sur papier par différents procédés.

CHAPITRE X

ACHROMATISME DES OBJECTIFS-CORRECTION DES FOYERS CHIMIQUES

Différence des foyers chimiques et des foyers lumineux. — Spectre solaire. — Inégalité d'action des différentes lumières. — Irisations des images données par les lentilles. — Lentilles achromatiques. — Vérification de l'achromatisme. Focimètre. — Correction des foyers chimiques.

Nous avons expliqué (page 9) ce qui se passe dans la chambre noire et comment la lentille convergente placée devant l'ouverture produit sur le fond de la chambre une image renversée des objets placés devant l'objectif, image qu'on reçoit sur une glace dépolie.

En réalité, les choses ne se passent pas aussi simplement que nous l'avons supposé, et les directions suivies par les rayons lumineux obéissent à des lois plus complexes. Deux causes principales exercent une influence nuisible sur la formation des images et contribuent à leur enlever la netteté et l'exactitude qui leur sont indispensables. Elles ont nécessité dans la construction des objectifs de nombreuses modifications que nous allons décrire maintenant.

Différence des foyers chimiques et des foyers lumineux. — Dès les premières années qui suivirent

les découvertes de Niepce et de Daguerre, on put constater que les épreuves obtenues présentaient bien rarement la netteté des images observées auparavant sur la glace dépolie, comme si la mise au point eût été dérangée dans l'intervalle. On songea immédiatement à la difficulté de mettre la plaque exactement à la position occupée d'abord par la glace, et l'on attribua au petit déplacement qui en résulte le défaut de netteté des épreuves. Guidés par cette idée, les photographes cherchèrent une disposition qui permît de substituer exactement les plaques à la glace dépolie en produisant une coïncidence parfaite.

Claudet, ayant dirigé ses recherches de ce côté, réussit à trouver une solution, mais il constata avec surprise que les épreuves obtenues n'étaient pas meilleures et peut-être encore moins nettes qu'auparavant. On s'aperçut alors qu'il fallait chercher à ce phénomène une autre explication, et on la trouva bientôt dans la différence de foyer des rayons lumineux et des rayons chimiques.

Spectre solaire. — Expliquons en quelques mots ce qui produit cette différence de foyer. Tout le monde sait que, si l'on reçoit sur un prisme la lumière émanée d'une fente étroite, éclairée elle-même par les rayons d'une lampe ou mieux du soleil, le faisceau qui sort de l'appareil est dévié de sa direction primitive et va en s'élargissant de plus en plus. Si on le reçoit sur un écran (fig. 22), on obtient une tache lumineuse de forme rectangulaire et d'autant plus allongée que l'écran est plus loin du prisme. Enfin, et c'est là le résultat le plus remarquable de l'expérience, cette image n'est pas uniformément blanche, elle présente

une série de teintes passant de l'une à l'autre sans transition brusque, et que Newton a divisées en sept couleurs principales : *violet*, *indigo*, *bleu*, *vert*, *jaune*, *orangé*, *rouge*.

Newton a expliqué cette belle expérience en admettant que la lumière blanche, au lieu d'être formée par des rayons homogènes ayant tous la même teinte, est

Fig. 22. — Expérience du spectre solaire.

constituée au contraire par le mélange de radiations diversement colorées et inégalement réfrangibles : grâce à cette dernière propriété, ces rayons se séparent en traversant le prisme, et leurs couleurs se peignent sur l'écran les unes à côté des autres au lieu de rester mélangées pour former une tache blanche. Newton a de plus vérifié cette ingénieuse explication par un grand nombre d'expériences que nous ne saurions rapporter ici sans sortir de notre sujet.

Inégalité d'action des différentes lumières. — On a reconnu depuis longtemps que les différents rayons simples, qui, ainsi que nous venons de l'indiquer, forment par leur mélange la lumière du soleil, possèdent au point de vue chimique des propriétés très-variables et peuvent agir avec une énergie très-différente sur les substances sensibles. Ainsi Scheele, qui a découvert vers 1770 l'action de la lumière sur le chlorure d'argent, a remarqué que les divers rayons du spectre agissent très-inégalement sur cette substance et que ce sont les rayons violets qui possèdent l'action la plus efficace. Seebeck a reconnu en outre que l'action des différents rayons va en diminuant depuis le violet jusqu'au rouge. Enfin Wollaston et Ritter ont constaté en 1801 que le chlorure d'argent placé sur un écran où l'on reçoit un spectre solaire noircit fortement, non seulement sur les points frappés par les rayons bleus et violets, mais aussi dans l'espace obscur situé à la suite du violet et sur une longueur assez considérable. Il existe par conséquent au delà du violet des rayons invisibles ou ultra-violets, doués d'une action chimique très-énergique ; le spectre chimique s'étend donc bien au delà du violet, de même que le spectre calorifique se prolonge beaucoup en deçà du rouge.

Il faut ajouter d'ailleurs que l'action chimique d'une même portion du spectre varie un peu avec la substance considérée, de sorte qu'il est difficile de tracer exactement les limites de ce spectre.

Il résulte des considérations précédentes que les diverses régions du spectre n'offrent pas le même intérêt au point de vue de la photographie et qu'il

importe de faire concourir exactement sur la glace dépolie, non les rayons lumineux qui donnent une image visible, mais les rayons chimiques qui produiront l'épreuve négative. Mais, pour faire cette mise au point, nous sommes bien forcés d'avoir recours à l'image lumineuse, la seule que nous puissions percevoir : il faudrait donc, pour être sûr d'obtenir une épreuve parfaitement nette, que les rayons chimiques eussent même foyer que les rayons lumineux.

Irisations des images données par les lentilles. — Malheureusement il n'en est pas ainsi, au moins dans une lentille ordinaire : la lumière blanche est décomposée en la traversant comme par le passage dans un prisme, et les différentes radiations qui la composaient se séparent à la sortie, grâce à leur inégale réfrangibilité. Les rayons violets, étant les plus réfrangibles, sont les plus déviés et viennent concourir le plus près de la lentille en *o*. Les rayons rouges au contraire, qui sont les moins réfrangibles, subissent un changement de direction moins grand et vont former leur foyer plus loin en *c*. (fig. 23). C'est là l'origine des irisations bleues ou rouges qu'on aperçoit sur les bords des images fournies par les lentilles de cette espèce.

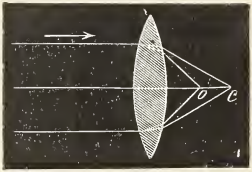


Fig. 23. — Aberration de réfrangibilité des lentilles.

Il est facile de comprendre que, le foyer des rayons visibles se trouvant un peu plus éloigné de l'objectif que celui des rayons chimiques, c'est ce dernier point qu'il faudrait déterminer exactement pour y placer la

plaque sensible. C'est de la plus grande importance pour avoir une image bien nette. Ce défaut de concordance entre les foyers des diverses radiations constitue ce qu'on nomme *l'aberration de réfrangibilité.*

Lentilles achromatiques. — On a cherché depuis longtemps à remédier à ce défaut qui altère d'une manière fâcheuse les images données par les lentilles, et l'on y est arrivé en associant à la lentille primitive une ou deux autres lentilles fixées dans la même monture et formées de verres différents. On peut calculer les diamètres des faces de ces lentilles de manière à faire coïncider les foyers de deux ou de trois radiations de couleurs différentes, et, en choisissant convenablement ces couleurs, il est possible d'obtenir des images sensiblement dépourvues d'irisations. L'appareil ainsi formé est ce qu'on appelle une lentille *achromatique* (voir fig. 24).

Il est bien évident que le même système de correction peut s'appliquer aux objectifs photographiques. Mais il faudra qu'on ait bien soin dans ce cas d'achromatiser les rayons chimiques, c'est-à-dire de calculer les diamètres des surfaces sphériques de façon à faire coïncider le foyer de ces rayons avec celui des rayons les plus visibles. Les objectifs qu'on construit aujourd'hui sont ordinairement achromatisés de cette manière, de sorte qu'il suffit généralement, pour avoir une bonne épreuve, de rendre l'image visible parfaitement nette ; mais si l'on possèdait un objectif qui ne satisfît pas à cette condition, il faudrait l'étudier soigneusement afin de déterminer pour chaque cas particulier le déplacement qu'il faudrait donner à la

glace dépolie après avoir fait la mise au point sur l'image lumineuse.

Vérification de l'achromatisme. Focimètre. — Il est du reste facile de s'assurer si l'objectif que l'on possède est convenablement achromatisé pour les usages photographiques, en se servant d'un petit appareil appelé *focimètre*, dont le principe est dû à Claudet, qui s'est occupé le premier de cette question ; ce petit instrument est assez simple pour que chacun puisse le construire soi-même. On colle sur une planchette bien plane un disque de papier qu'on divise en un certain nombre de secteurs, sur chacun desquels on dessine ou l'on fixe une lettre ou un chiffre. On place le disque verticalement devant une chambre noire munie de l'objectif qu'on veut étudier ; on met au point sur l'une des lettres, et l'on photographie le tout. Si l'objectif est bien achromatisé, on doit constater, après le développement, que la lettre visée apparaît la plus nette sur l'épreuve ; si au contraire le maximum de netteté a lieu pour une autre lettre, c'est que l'objectif a un foyer chimique. Dans ce dernier cas, on peut mesurer ce foyer en prenant plusieurs épreuves avec des tirages un peu différents, puis, la mesure faite, on corrige ce défaut en déplaçant un peu la glace dépolie dans son cadre, de façon qu'en mettant celle-ci au foyer visuel la plaque sensible se trouve ensuite au foyer chimique. Mais cette correction ne peut jamais être faite très-exactement, car elle a une valeur différente suivant la distance du modèle à l'objectif.

D'un autre côté, il faut s'assurer aussi que le manque de netteté ne tient pas à un défaut de coïncidence entre la glace dépolie et la plaque sensible, ce qu'on

vérifie en répétant les opérations précédentes, mais en faisant la mise au point sur un verre dépoli qu'on met dans le châssis à la place même de la plaque sensible.

On peut encore faire varier la sensibilité du focimètre en découpant les secteurs qu'on dispose en cercle et qu'on peut écarter plus ou moins ; plus ils sont rapprochés, plus l'appareil est sensible.

Correction des foyers chimiques. — Si l'on constate l'existence d'un foyer chimique, il faudra déterminer avec soin de quelle quantité on doit dans chaque cas déplacer le châssis après avoir fait la mise au point, ou, ce qui est préférable, on déplacera un peu la glace dépolie dans son cadre, de sorte que, cette glace étant au foyer lumineux, la plaque sensible qui la remplacera se trouve exactement au foyer chimique.

CHAPITRE XI

OBJECTIFS SIMPLES ET COMPOSÉS

Aberration de sphéricité des lentilles. — Objectifs simples. — Diaphragmes. — Objectifs doubles. — Objectifs aplanétiques ou rectilinéaires. — Combinaisons diverses : aplanat, doublet, périscope, objectif-globe, triplet. — Objectifs à foyers multiples. — Mesure de la distance focale : méthodes diverses.

Aberration de sphéricité des lentilles. — Nous venons de montrer comment l'on a fait disparaître une des causes qui troublaient la netteté des images photographiques en achromatisant les lentilles et en faisant coïncider ainsi le foyer des rayons chimiques avec celui des rayons lumineux. Il nous reste à examiner maintenant comment on a su corriger un autre défaut, afin de donner aux images la même netteté sur toute la surface et de supprimer toute déformation, conditions qui ne sont remplies que d'une manière très-imparfaite si l'on prend pour objectif une seule lentille, même achromatisée.

En effet, il résulte de la théorie complète des lentilles que, pour obtenir sur la glace dépolie une image également au point dans toutes ses parties, reproduisant tous les détails du modèle sans altérer la forme ni les dimensions relatives, il faudrait n'utiliser que la partie centrale de la lentille et ne laisser

pénétrer dans l'appareil que les rayons voisins de l'axe. Mais alors on perdrait une grande quantité de lumière et l'image serait beaucoup moins éclairée, ce qui obligerait à augmenter le temps de pose et par conséquent diminuerait la sensibilité de l'appareil.

Si, au contraire, on laisse la lentille complètement découverte, l'image ne peut plus être considérée comme plane : elle a en réalité la forme d'une surface courbe, et par suite elle n'est généralement qu'une reproduction déformée du modèle, de sorte que les lignes droites de celui-ci sont représentées par des lignes plus ou moins courbes. De plus, quelle que soit la position de la glace dépolie, elle ne peut jamais coïncider qu'avec une petite portion de l'image ; cette partie seule se trouve mise au point et le reste manque de netteté. La propriété précédente étant une conséquence directe de la forme sphérique des faces de la lentille, on lui a donné le nom d'*aberration de sphéricité*.

Objectifs simples. — Diaphragmes. — Malgré ce défaut, on emploie encore aujourd'hui pour la photographie des appareils formés d'une seule lentille achromatique : on leur donne le nom d'*objectifs simples* pour les distinguer des combinaisons plus compliquées que nous indiquerons ensuite. Porta avait déjà cherché à corriger l'aberration de sphéricité en faisant usage d'un diaphragme, c'est-à-dire d'un disque de métal noirci percé en son centre d'un trou circulaire plus ou moins grand.

C'est le procédé qu'on emploie encore aujourd'hui lorsqu'on veut se servir d'objectifs simples : en cachant les bords à l'aide d'un diaphragme, on sup-

prime les rayons qui contribuent le plus à déformer les images: puis, en formant la lentille de plusieurs verres différents pour la rendre achromatique, on peut aussi calculer la forme des faces de façon à diminuer un peu l'aberration de sphéricité. Malgré ces précautions, les objectifs simples ne sont jamais exempts d'une légère distorsion, c'est-à-dire qu'ils rendent toujours les lignes droites par des lignes un peu courbes. Ce défaut les rend impropres à la reproduction des monuments, mais ils conviennent très-bien pour le paysage, parce qu'ils ont une grande profondeur de foyer, c'est-à-dire que des objets placés à des distances très-différentes de l'appareil se reproduisent ensemble sur la plaque avec une netteté suffisante. Enfin, comme ils sont assez fortement diaphragmés, ils rendent très-finement les détails, mais ils exigent un temps de pose assez long, de sorte qu'on ne peut pas s'en servir pour des objets animés.

Les objectifs simples sont formés le plus souvent d'une lentille biconcave en flint suivie d'une lentille convexe en crown (fig. 24), le tout formant un

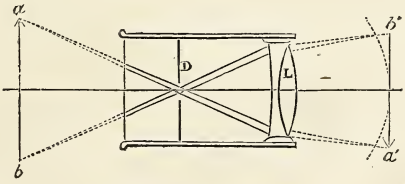


Fig. 24. — Objectif simple.

ménisque convergent dont la face convexe est tournée vers la chambre. On a pu aussi, en intercalant

au milieu une troisième lentille en crown de densité différente, augmenter la grandeur du champ.

Cependant l'objectif simple ne convient réellement, comme on le voit, qu'à des cas assez restreints et l'on a dû chercher des combinaisons diverses satisfaisant aux conditions si nombreuses qui peuvent se présenter.

Objectifs doubles. — Petzval a imaginé en 1841 de corriger l'aberration de sphéricité en plaçant à une petite distance en arrière de la lentille un second verre convenablement choisi ; ainsi s'est trouvée réalisée la combinaison à laquelle on donne le nom d'*objectif double* et qui présente des qualités très-remarquables. Cette disposition fournit en effet une image bien plane et suffisamment exempte de déformation pour qu'on puisse se dispenser d'employer un diaphragme ; par suite l'image est très-éclairée et s'obtient très-vite. L'objectif double se distingue donc par des qualités de lumière et de rapidité qui le désignent pour le portrait et la reproduction des objets animés. Au contraire, il convient mal pour les monuments, parce qu'il n'est pas absolument dépourvu de distorsion, et pour le paysage parce qu'il manque de profondeur de foyer. Pour l'employer à cet usage, il faudrait le diaphragmer.

La première lentille de l'objectif double est ordinairement un ménisque convergent tournant sa convexité vers l'objet et formé d'une lentille biconvexe suivie d'une autre qui est biconcave. A l'autre bout de la monture est une autre lentille composée, formée de deux verres : le premier est un ménisque divergent, et le second une lentille convergente, mais, leurs

rayons n'étant pas les mêmes, les faces voisines ne sont pas en contact ; l'ensemble de ces deux verres forme un système divergent (fig. 25).

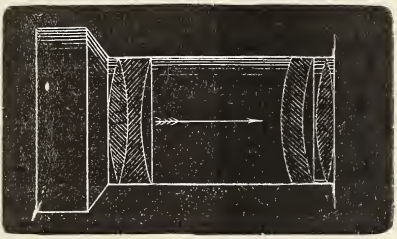


Fig. 25. — Objectif double.

Lorsqu'on veut obtenir une très grande rapidité, il est bon de recourir à des objectifs doubles de foyer relativement court.

Objectifs aplanétiques. — Outre les objectifs simples et doubles que nous venons de décrire, on emploie souvent encore d'autres combinaisons dont nous allons signaler les plus intéressantes. On désigne sous le nom d'*objectifs aplanétiques* des systèmes formés de deux ménisques achromatiques convergents et placés symétriquement, de sorte qu'ils tournent leur concavité l'un vers l'autre. Ils ont la propriété de donner des images bien planes et nullement déformées, de sorte qu'ils peuvent servir pour les groupes, les paysages animés, les monuments, les tableaux. Avec un diaphragme, ils perdent toute trace de distorsion et peuvent être employés pour les reproductions qui demandent la plus rigoureuse exactitude, par exemple celles des cartes géographiques.

Moins rapides que l'objectif double et par conséquent moins appropriés au portrait, ils peuvent cependant, avec le procédé au gélatino-bromure, donner des épreuves instantanées.

On donne souvent aussi à ces appareils le nom d'objectifs *symétriques* à cause de la disposition des lentilles et celui d'objectifs *rectilinéaires* à cause de la propriété qu'ils possèdent de ne pas déformer les images et de ne pas rendre courbes les lignes droites du modèle.

Combinaisons diverses. — Il existe de nombreux modèles d'objectifs aplanétiques. L'*aplanat* de M. Steinheil, qui leur a servi de type, est formé de deux ménisques composés chacun de deux lentilles en flint de densité différente. Celui de M. Dallmeyer a au contraire des ménisques formés chacun de flint et de crown.

Le *doublet* de M. Ch. Ross diffère des aplanétiques en ce que ses deux ménisques ne sont pas symétriques. Il possède une grande profondeur de foyer, mais il se distingue surtout par la largeur du champ ; cette qualité, jointe à l'absence à peu près complète de distorsion, le fait employer pour les monuments rapprochés.

Le *périscope* de M. Steinheil est formé de deux ménisques simples symétriques dont les faces concaves se regardent. Il donne un champ plus large encore que le précédent, mais, comme les verres qui le composent ne sont pas achromatisés, le foyer chimique est souvent notablement séparé du foyer lumineux.

L'*objectif-globe* de MM. Harrison et Schnitzer est un aplanat construit de telle sorte que les surfaces

extérieures des deux ménisques appartiennent à une même sphère. Cette disposition lui donne un champ très-étendu, mais il est nécessaire de le diaphragmer fortement, si l'on veut éviter l'aberration de sphéricité, et l'on perd alors de la rapidité.

Le *triplet* est un objectif formé de trois lentilles achromatiques; celle du milieu est divergente, les deux autres sont convergentes ; il ne présente guère d'avantages sur les aplanétiques et il est beaucoup moins rapide.

Objectifs à foyers multiples. — Enfin les appareils précédents permettent de réaliser des combinaisons différentes en déplaçant ou en enlevant une partie de

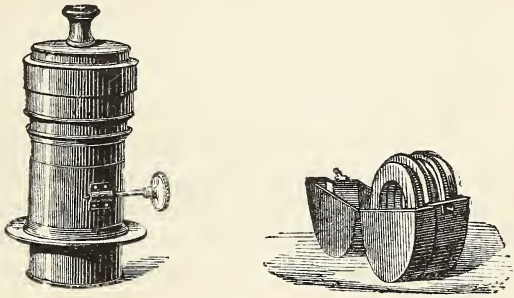


Fig. 26. — Objectifs à foyers multiples.

leurs lentilles. Beaucoup de constructeurs fabriquent aussi des objectifs à foyers multiples qui permettent de modifier la distance focale en changeant l'un des verres. Telle est par exemple la disposition imaginée par M. Derogy (fig. 26) et qui se compose d'un objectif double à portrait et de deux lentilles additionnelles,

l'une convergente, l'autre divergente, ce qui peut donner six foyers différents et permet de réaliser les conditions nécessaires pour tous les genres d'épreuves. On peut en effet ajouter l'une de ces deux lentilles à l'objectif tout entier, ce qui allonge ou raccourcit son foyer; de plus le verre antérieur peut être employé seul pour paysage ou combiné avec l'une de ces lentilles.

Telles sont les différentes sortes d'objectifs le plus ordinairement employées; on voit que chaque type possède des qualités diverses qui conviennent mieux à telle ou telle sorte de modèles, mais il est impossible d'en trouver aucun qui réunisse toutes les perfections qu'on peut désirer, et qui donne une image à la fois très-lumineuse, très-étendue, présentant la même finesse et la même netteté dans toutes ses parties sans aucune déformation des lignes. Aussi l'amateur seul pourra se contenter d'un objectif unique, par exemple du type rectilinéaire rapide, avec lequel il pourra, grâce à l'extrême sensibilité de l'émulsion au gélatino-bromure d'argent, obtenir en pleine lumière des portraits, des instantanéités, et, avec de petits diaphragmes, des paysages complets, même quelques reproductions. Mais le photographe de profession est obligé, s'il veut être sûr d'avoir les meilleurs résultats possibles, d'employer dans chaque cas des objectifs différents et appropriés à chaque genre de travail. Encore lui faudra-t-il bien souvent plusieurs appareils du même type. Ainsi pour les portraits l'objectif à court foyer ne pourra pas être employé pour les grandes dimensions : un objectif à long foyer pourrait à la rigueur donner de petites épreuves,

mais à condition qu'on dispose d'un recul suffisant ; mais, entre autres inconvénients, il exigera une pose beaucoup plus longue. Il faudra donc plusieurs objectifs de foyers variés pour permettre de faire les différentes grandeurs de portraits usités jusqu'à la dimension 21 sur 27, au-dessus de laquelle on a généralement recours aux agrandissements.

Mesure de la distance focale. — Pour terminer ce chapitre, il nous reste à signaler un problème qui a trait à la construction des objectifs et dont la solution présente une certaine importance : c'est la mesure du foyer ou plus exactement de la distance focale principale d'un objectif. Cette distance est très-utile à connaître, et la plupart du temps elle n'est pas indiquée par le constructeur sur la monture de l'instrument, comme cela devrait être, ou elle ne l'est qu'approximativement.

On appelle en effet foyer principal d'une lentille ou d'un système de lentilles le point où viennent converger, après leur réfraction, les rayons lumineux venant de l'infini, c'est-à-dire ayant rencontré le verre sous la forme d'un faisceau parallèle. La distance focale, c'est la distance de ce foyer à la lentille. Mais à partir de quel point de la lentille devra-t-on compter cette distance ? C'est ce que la théorie complète indique seule : mais dans la pratique ce point de départ est fort mal déterminé et l'on est fort embarrassé pour faire la mesure qui nous occupe. Nous avons vu plus haut qu'on se contente de prendre comme origine la face postérieure du verre dans les objectifs simples et le diaphragme intérieur dans les objectifs doubles. Cette manière de procéder est insuffisamment exacte et c'est

pourquoi les nombres donnés par les fabricants, lorsqu'ils le font, sont souvent un peu trop éloignés de la vérité.

Ainsi nous voyons que la distance focale est limitée par deux points dont l'un, placé dans la lentille, est à peu près impossible à déterminer exactement. Quant à l'autre, qui est le foyer principal, il est beaucoup plus facile à obtenir. Il suffit en effet de braquer l'appareil sur un objet situé à l'infini et d'amener la glace dépolie à coïncider exactement avec l'image ; elle sera au foyer principal. Il est vrai qu'il n'est pas toujours facile de se procurer un sujet à l'infini ; mais on peut remarquer que, si l'on tourne successivement l'appareil vers des objets de plus en plus éloignés, il faut d'abord raccourcir peu à peu la chambre; puis, à partir d'une certaine distance, l'image n'éprouve plus aucun déplacement sensible, et l'on n'a plus besoin de rapprocher la glace dépolie de l'objectif ; il suffit donc de viser un objet assez éloigné.

On voit donc qu'on peut amener aisément la glace à coïncider avec le foyer principal ; mais, l'autre extrémité de la distance à mesurer ne pouvant pas s'obtenir aussi facilement, on est réduit à chercher une méthode détournée pour faire cette mesure avec la précision nécessaire.

Il suffit pour cela de se reporter aux propriétés bien connues des lentilles convergentes : on sait en effet qu'on n'aurait qu'à placer un objet quelconque devant la chambre et à mettre exactement au point, puis à mesurer les distances de l'objet et de la glace dépolie à l'objectif ; un petit calcul très-simple donnerait ensuite la distance focale ; mais la difficulté reste-

rait la même et l'on serait toujours aussi embarrassé pour savoir à partir de quel point de l'objectif il faut compter les distances. Il est donc nécessaire de recourir à des cas particuliers dans lesquels les mesures se trouvent simplifiées. Tel est l'avantage des méthodes qui suivent.

Première méthode. — La plus simple consiste à remarquer qu'un objet plan, disposé verticalement devant l'objectif au double de la distance focale principale, donnera à la même distance au delà de l'appareil optique une image exactement de la même grandeur. Il suffira donc de mesurer la distance de l'objet à la glace dépolie et de la diviser par quatre pour avoir la distance focale. Il importe de choisir un objet dont la forme permette de constater facilement l'égalité de grandeur ; il serait commode de prendre un carton blanc sur lequel on trace des traits équidistants, et de faire une division identique sur la glace dépolie ; le résultat sera atteint lorsque l'image des traits sur carton sera bien nette et coïncidera exactement avec les traits de la glace dépolie. On peut aussi, comme le conseille M. Davanne, tracer sur le carton et sur la glace deux cercles égaux ayant par exemple dix centimètres de diamètre.

Cette méthode offre l'avantage que, si l'on fait une petite erreur en mesurant la distance de la glace au modèle, elle se trouve ensuite divisée par quatre en même temps que cette distance.

Deuxième méthode. — Le second procédé se prêterait peut-être à des mesures plus faciles. On vise d'abord un objet situé à l'infini, en opérant comme

nous l'avons expliqué ci-dessus; on met bien au point, et l'on marque sur la base de la chambre la position exacte de la glace à l'aide d'un trait fin de crayon. Ensuite on vise comme dans la méthode précédente un cercle ou une division et l'on amène encore l'image à avoir exactement la grandeur de l'objet. Nous avons dit que la glace dépolie se trouve alors au double de la distance focale ; on marque encore sa position par un trait de crayon. Il est évident que la distance des deux traits est précisément égale à la distance focale, et qu'elle est bien facile à mesurer.

Troisième méthode.— La seule objetion qu'on puisse faire aux méthodes précédentes, c'est que la chambre noire peut n'avoir pas un tirage suffisant pour qu'on puisse amener la glace au double de la distance focale. On peut, dans ce cas, modifier le second procédé et opérer de telle sorte que l'image de la mire employée soit moitié plus petite que la mire elle-même; si celle-ci est formée d'un cercle de dix centimètres, il sera bon, dans le cas actuel, qu'elle en porte un autre concentrique au premier et de rayon double. On amènera l'image de ce cercle à coïncider avec le cercle moitié plus petit tracé sur la glace; un calcul très-simple montrerait que le verre dépoli est alors à une distance de l'objectif égale à une fois et demie la longueur focale. Si donc on marque cette position par un trait de crayon, et qu'on ait marqué de même celle qui correspond à la mise au point sur l'infini, il est évident que la distance des deux traits sera égale à la moitié de la longueur focale principale.

On pourrait modifier les méthodes précédentes, et trouver d'autres dispositions analogues qui dispensent aussi de faire aucun calcul. Mais celles que nous avons indiquées sont les plus simples et les plus employées et suffisent parfaitement. En les appliquant avec soin, on trouvera toujours un résultat un peu différent du nombre indiqué par le constructeur et l'écart pourra même devenir un peu plus grand, suivant le type de l'objectif auquel on s'adresse.

La détermination exacte de la distance focale principale présente une grande importance, car, en se servant des relations que donne la théorie des lentilles entre cette quantité et les dimensions de l'image et de l'objet, on peut calculer facilement le tirage qu'il faut donner à la glace dépolie et la distance de cette glace au modèle pour obtenir une réduction ou un agrandissement qui soit exactement dans une proportion déterminée.

Comme nous l'avons vu plus haut, on évitera de préciser le point de départ des distances focales en calculant seulement le tirage à partir du foyer principal, c'est-à-dire de la position de la glace qui correspond aux objets situés à l'infini. Cette différence s'obtiendra en multipliant la distance focale principale par le rapport dans lequel on veut diminuer le modèle. Supposons, par exemple, qu'on veuille obtenir une image cinq fois plus petite que le modèle, il faudra tirer la glace à partir du foyer principal d'une longueur égale au cinquième de la distance focale. On fixera la glace dans cette position, puis on calculera la distance à laquelle on doit placer le sujet ou plus simplement on déplacera la chambre entière

jusqu'à ce que le sujet soit bien au point ; on sera certain de réduire dans la proportion voulue. Mais, pour obtenir de bons résultats, il faut absolument que la distance focale soit déterminée avec précision.

CHAPITRE XII

LA MISE AU POINT

Choix des appareils. — Importance de l'horizontalité parfaite de la chambre. — Parallélisme du modèle et de la glace. — Examen du sujet. — Iconomètre photographique. — Chercheur focimétrique. — Chambres à bascule. — Mise au point.

Choix des appareils. — La mise au point est une des opérations les plus importantes, puisque de sa bonne exécution dépend la netteté de l'image tout entière. On doit donc se procurer d'abord des objectifs de très bonne qualité, puis les étudier avec soin comme nous l'avons indiqué dans les chapitres précédents, et corriger leurs défauts, s'ils en ont, aussi exactement qu'on le pourra. Ces précautions prises, on devra, dans chaque cas particulier, mettre au point avec toute la précision possible.

Mais il faut tout d'abord choisir les appareils qui conviennent. On commence pour cela par déterminer le rapport dans lequel on veut réduire le sujet et par suite la grandeur des plaques sensibles dont il faudra faire usage et celle de la chambre noire. Pour choisir l'objectif, on remarquera qu'avec un diaphragme moyen et dans les conditions ordinaires, un bon appareil optique, sauf ceux à portraits, peut donner

une image nette dont le côté soit égal à sa distance focale; on peut même augmenter l'étendue de la surface nette en diminuant le diamètre des diaphragmes. On pourra facilement à l'aide de ces considérations faire choix d'un objectif convenable, et l'on pourra ensuite calculer le tirage de la chambre et la distance au modèle. On préfère du reste le plus souvent s'en rapporter à l'expérience et faire ces réglages par tâtonnements.

On devra chercher aussi, suivant la forme et les dimensions du modèle, si la plaque doit être mise en hauteur ou en largeur, et, dans le cas où la chambre est munie d'un châssis rectangulaire, le placer dans le sens convenable. Cette opération se fait très rapidement avec les chambres qui possèdent un soufflet tournant (fig. 28) ; pour celles dont le soufflet est fixe, il faut au contraire déplacer l'appareil tout entier, ce qui demande plus de temps et dérange tout à fait la mise au point et le champ de l'objectif.

Importance de l'horizontalité parfaite. — Remarquons enfin qu'il est indispensable, pour obtenir une image exempte de déformation, que la chambre noire soit parfaitement horizontale; la glace dépolie et le modèle étant tous deux dans une position verticale, l'image sera bien nette et semblable à l'objet.

Pour remplir dans l'atelier cette condition importante d'horizontalité parfaite, il est commode de disposer la chambre sur un pied un peu bas, muni de niveaux à bulle d'air, qu'on pourra d'ailleurs élever à volonté quand ce sera nécessaire, au moyen d'un engrenage mû par une manivelle. Mais, le pied pouvant s'abaisser suffisamment, on pourra reproduire

facilement des objets de petite taille ou prendre le portrait d'un enfant ou d'une personne assise, sans avoir besoin de recourir à une estrade, ce qui n'est pas toujours praticable. Si on veut le faire en inclinant la chambre, l'image produite sur la glace dépolie sera un peu déformée et de plus le portrait sera fait dans de mauvaises conditions artistiques, car l'objectif en plongeant verra le modèle de haut : par suite il l'alourdit et lui enfonce la tête dans les épaules ; tandis qu'en se plaçant plus bas, on dégage le cou et la tête et l'on obtient un ensemble plus harmonieux.

Parallélisme du modèle et de la glace. — Lorsqu'on veut reproduire un objet plan, on peut facilement s'assurer si l'objet, la planchette d'objectif et la glace dépolie sont exactement verticaux et parallèles, comme c'est indispensable pour avoir une image exempte de déformation et également nette dans toute son étendue. Pour cela, on peut, comme l'indique M. Huguenin, appliquer un miroir plan sur la surface de l'objet : ce miroir donnera, en arrière de sa face étamée, une image de l'objectif qui agira sur celui-ci comme un véritable objet lumineux et donnera par conséquent une nouvelle image bien nette sur la glace dépolie si l'on donne à celle-ci le tirage convenable. Or, si toutes les parties de l'appareil sont bien verticales, les centres de l'objectif et des deux images devront se trouver sur une même ligne horizontale, et par suite le centre de l'image formée sur la glace devra coïncider avec le centre de celle-ci, ce qu'on peut constater facilement. Il est bon de faire passer l'objectif dans un trou pratiqué au milieu d'une feuille de papier blanc ; l'image

formée sur la glace se détachera en noir et sera beaucoup plus visible.

Examen du sujet. — Il est utile aussi, avant de mettre au point, de s'assurer si les objets placés dans le champ sont bien disposés et bien éclairés et si rien d'inutile ou de nuisible ne vient troubler l'harmonie de l'effet général. S'agit-il d'un portrait? On doit régler la lumière pour obtenir un éclairage favorable, disposer les accessoires d'une manière convenable, choisir une attitude naturelle et qui ne trahisse pas la fatigue de la pose.

S'il s'agit d'un paysage, cette précaution est encore plus nécessaire, si l'on veut obtenir un cliché d'un bon effet. Il importe dans ce cas de savoir observer avec attention et de se mettre en garde contre certaines séductions que la nature peut offrir à nos yeux et dont le charme ne serait rendu que très imparfaitement par l'appareil photographique : je veux parler des effets dus les uns à la variété des couleurs, les autres aux phénomènes de relief qui dépendent de la vision binoculaire et sur lesquels nous reviendrons plus loin (voir *Stéréoscope*).

On sait que les différentes couleurs agissent très inégalement sur les substances sensibles employées en photographie et que le rouge et le jaune, qui produisent sur l'œil un effet beaucoup plus intense que le bleu et le violet, possèdent cependant un pouvoir photogénique infiniment plus faible, ce qui peut dans certains cas modifier complètement l'aspect d'un tableau. Heureusement les objets naturels, librement éclairés par les rayons du soleil, réfléchissent toujours une quantité plus ou moins grande de lumière blanche, ce qui

permet, en prenant un temps de pose suffisant, d'arriver à une reproduction convenable de l'effet général, quoique ne présentant pas le charme de la couleur. Il résulte de là qu'il peut arriver souvent, surtout aux personnes peu exercées, de s'apercevoir, après avoir passé beaucoup de temps à mettre au point, que le sujet choisi présente un mauvais éclairage ou possède tel ou tel défaut qui en rend la reproduction inutile ou peu intéressante. On pourra éviter en partie ces inconvénients en regardant d'abord le paysage à travers un verre bleu, pour supprimer les couleurs non photogéniques, et avec un seul œil, pour éviter le relief produit par la vision binoculaire; mais on obtiendra de meilleurs effets en se servant du petit instrument que nous allons décrire.

Iconomètre photographique. — L'iconomètre photographique de M. A. Rossignol (fig. 27) est destiné à évi-

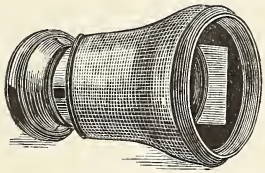


Fig. 27. — Iconomètre photographique de M. A. Rossignol.

ter beaucoup de pertes de temps aux touristes photographes en leur permettant de juger, immédiatement et d'un seul coup d'œil, l'aspect que présentera sur la plaque sensible le modèle qu'ils veulent reproduire et de s'assurer si l'ensemble est bien disposé. Chacun sait qu'en regardant par le gros bout dans une lorgnette de spectacle les objets paraissent très petits. Tel est le

principe du petit instrument qui nous occupe ; mais, pour en faciliter l'usage, ce sont les verres qu'on a changés de place dans l'intérieur de la lunette. L'appareil est formé de deux tubes rentrant l'un dans l'autre : le plus gros porte en avant une plaque noircie percée d'une ouverture rectangulaire ; le plus petit contient un objectif plan-concave et un oculaire convexe en verre bleu, de manière à ne laisser passer que les rayons chimiques, ce qui permet d'apprécier l'éclairage utile. Ce tube porte une série de divisions. On fait d'abord une expérience préliminaire qui consiste à installer la chambre noire devant un sujet qu'on met au point, puis on vise le même sujet avec l'iconomètre, dont on enfonce le tube jusqu'à ce que le modèle paraisse limité par les mêmes détails que sur la glace dépolie. On note la division à laquelle s'est arrêté le tube de l'instrument, et, chaque fois qu'on veut prendre une vue avec le même objectif, on commence par l'observer à l'aide de l'iconomètre, qu'on a préalablement tiré jusqu'à la même division. On peut également se servir de l'appareil afin de choisir l'objectif qui convient le mieux pour obtenir la reproduction d'un objet ou d'un paysage dans une étendue déterminée.

Chercheur focimétrique. — On aura aussi avantage à se servir du *chercheur focimétrique* de M. Davanne, qui supprime également les effets de la vision binoculaire, encadre en quelque sorte le paysage, permet de juger l'effet qu'il produira et enfin indique immédiatement l'objectif qu'on doit choisir pour avoir une épreuve de la grandeur voulue.

Sur une règle sont montées deux plaques de métal, l'une fixe et percée d'un petit trou à travers lequel

on regarde, l'autre mobile et réduite à un cadre étroit qui entoure une large ouverture rectangulaire, dont les côtés sont dans le rapport de trois à quatre, comme cela a sensiblement lieu pour toutes les glaces. Le sujet est ainsi, comme dans l'appareil précédent, isolé de son entourage, et forme une sorte de tableau qu'on peut examiner avec soin pour chercher dans quelle position, à quelle place l'ensemble se présente sous l'aspect le plus favorable, éliminer les détails inutiles ou nuisibles. Quand on a choisi la position la plus convenable, il faut obtenir cet ensemble dans une dimension qui corresponde à la grandeur des glaces qu'on veut employer. Il suffit de regarder le petit index porté par le cadre mobile et de lire sur la règle le nombre le plus voisin. En multipliant ce nombre par le côté de la glace, on a sensiblement la distance focale de l'objectif qu'on doit prendre. Les deux plaques de métal se replient ensuite sur la règle, de sorte que l'instrument tout entier peut être facilement placé dans la poche.

Nous pensons qu'il y aurait avantage à munir la plaque mobile d'un verre bleu qui pourrait du reste être mobile, de façon qu'on puisse à volonté l'amener devant l'orifice ou l'en écarter.

Chambres à bascule. — Il peut arriver quelquefois qu'on ait à reproduire un monument ou un autre objet d'une grande hauteur. Dans ce cas, il est généralement impossible de disposer l'appareil photographique horizontalement au niveau de la partie médiane du modèle, condition indispensable, comme nous l'avons vu plus haut, pour avoir une image nette, exempte de déformation et recouvrant également

toutes les parties de la plaque. D'un autre côté, si l'on plaçait la chambre noire horizontalement sur son support au pied du monument, ou bien l'image serait trop grande pour se peindre entièrement sur la glace dépolie, ou bien elle en couvrirait seulement la partie inférieure, de sorte qu'on perdrait une partie de la surface de la plaque et que l'épreuve n'aurait pas la grandeur voulue. Il est facile de se rendre compte de ces inconvénients en appliquant les règles dont on se sert en optique pour construire géométriquement l'image d'un objet donnée par une lentille.

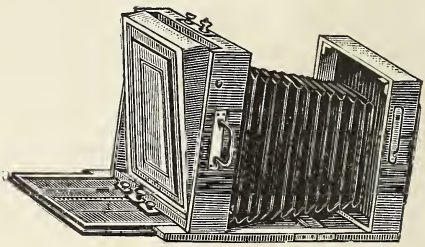


Fig. 28. — Chambre noire à soufflet tournant et bascule (Faller).

Il est donc nécessaire, dans le cas que nous venons d'indiquer, d'incliner la chambre noire de manière à diriger l'objectif vers le haut jusqu'à ce qu'on obtienne une image convenablement distribuée ; mais on s'apercevra alors qu'elle ne se forme plus complètement dans le plan même de la glace dépolie, et il sera indispensable, pour pouvoir la mettre au point, que l'appareil soit muni d'une bascule permettant d'incliner la partie supérieure de la glace jusqu'à ce que la mise au point soit bien faite. La chambre noire représentée fig. 28

est munie d'une bascule ; on voit le cadre s'incliner à la partie supérieure par l'effet de cette disposition. Ce modèle possède également un soufflet conique tournant qui permet d'opérer en hauteur ou en largeur sans démonter l'appareil.

Telle est la disposition généralement adoptée pour les reproductions de monuments. Il est évident qu'on arriverait au même résultat en rendant l'objectif mobile dans toutes les directions au lieu d'incliner la glace dépolie. C'est ce qui est réalisé au moyen de la rondelle-bascule de M. Ch. de Thierry (fig. 29).

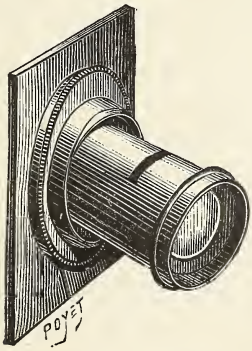


Fig. 29. — Bascule pour objectif (Enjalbert).

Remarquons cependant qu'il ne suffit pas, avec cette disposition, de diriger l'objectif vers le modèle : il faut encore donner à la chambre une direction telle que l'image se forme au milieu de la glace dépolie. Il convient enfin de faire observer que le cas précédent est en somme fort rare et qu'on n'a pas souvent à repro-

duire des monuments élevés, de sorte que l'on adapte assez rarement aux chambres les systèmes de bascules que nous venons de décrire. Signalons encore cependant l'emploi des chambres panoramiques dont nous parlerons plus loin et qui s'appliquent très bien au cas qui nous occupe.

Mise au point. — Quand on a pris toutes les précautions qu'on juge nécessaires parmi celles que nous venons d'indiquer, on procède à la mise au point. Pour cela, on se place sous un voile noir qui recouvre en même temps la plus grande partie de la chambre, de façon à empêcher toute infiltration de lumière et à permettre d'observer soigneusement l'image, puis on allonge le soufflet jusqu'à ce que cette image soit parfaitement nette ; on fixe alors le cadre de la glace. Il est bon de se servir pour cette opération d'une forte loupe dont on applique la base sur la glace dépolie et qu'on règle à sa vue au moyen d'un pas de vis hélicoïdal. L'opération se fera de même, qu'on soit dans l'atelier ou au dehors. Dans ce dernier cas, il est bon que la glace dépolie soit fixée à la chambre à l'aide d'une charnière, pour qu'on ne soit pas obligé de la poser à terre lorsqu'on veut la remplacer par un châssis, ce qui l'exposerait à être cassée. Lorsqu'il s'agit d'un paysage, on devra chercher autant que possible à avoir un bon effet artistique : tantôt on emploiera de petits diaphragmes pour obtenir une netteté générale ; tantôt, au contraire, on sacrifiera certains détails pour en faire ressortir d'autres qu'on mettra au point très soigneusement.

CHAPITRE XIII

CHAMBRES NOIRES D'ATELIER

Description de la chambre noire. — Types divers. — Chambre universelle. — Chambre à portraits. — Chambre à reproductions. — Chambres avec plusieurs objectifs. — Châssis négatifs. — Châssis multiplicateurs : écrans ; intermédiaires.

Description de la chambre noire. — La chambre noire constitue avec l'objectif la partie essentielle du matériel photographique, et doit être comme lui choisie avec soin et d'une fabrication irréprochable ; elle a reçu depuis son invention bien des perfectionnements et prend aujourd'hui bien des formes, qui la rendent quelquefois difficile à reconnaître au premier abord. Nous allons choisir, parmi les nombreux modèles qui existent actuellement, ceux qui, par leur principe ou leur disposition, sont intéressants à connaître.

Bien que les procédés récemment découverts aient beaucoup simplifié le bagage nécessaire et qu'il soit possible aujourd'hui d'obtenir des épreuves en voyage ou en se promenant et même sans s'arrêter, la chambre noire d'atelier est cependant la plus importante et en quelque sorte le type de toutes les autres ; nous commencerons donc par elle, et nous indiquerons en

même temps les principaux objets nécessaires à une bonne installation.

Cette chambre diffère ordinairement peu de celle que nous avons déjà représentée (fig. 3). La partie antérieure porte l'objectif, monté sur une planchette mobile, pour permettre de le remplacer facilement par un autre, lorsque c'est nécessaire ; un soufflet la relie à l'autre extrémité qui peut recevoir le cadre à glace dépolie ou les châssis négatifs. On place la chambre sur un pied lourd qui empêche toute oscillation (fig. 30) et qui permet, au moyen de crémaillères, d'élever l'appareil, de l'abaisser ou de l'incliner, si c'est nécessaire. On la fixe à l'aide de la vis que porte la tête du pied : puis on choisit un objectif approprié à la grandeur et au genre de l'épreuve que l'on veut obtenir, on le met en place, on débouche et l'on procède à la mise au point comme il a été dit plus haut.

Types divers. — Les chambres noires d'atelier, quoique peu différentes entre elles, présentent cependant quelques modifications et peuvent appartenir à plusieurs types.

La chambre universelle (fig. 30) a l'avantage de se prêter également bien aux portraits et aux reproductions de toutes sortes. De nombreux accessoires la rendent propre à toutes les applications. Souvent la partie antérieure forme une sorte de caisse ouverte en avant, qui entoure l'objectif et arrête la lumière diffuse qui pourrait venir de tous les côtés et qui nuirait à la beauté de l'épreuve. La partie postérieure est à bascule.

La chambre noire à portraits (fig. 28) diffère très peu de la précédente, et comporte les mêmes acces-

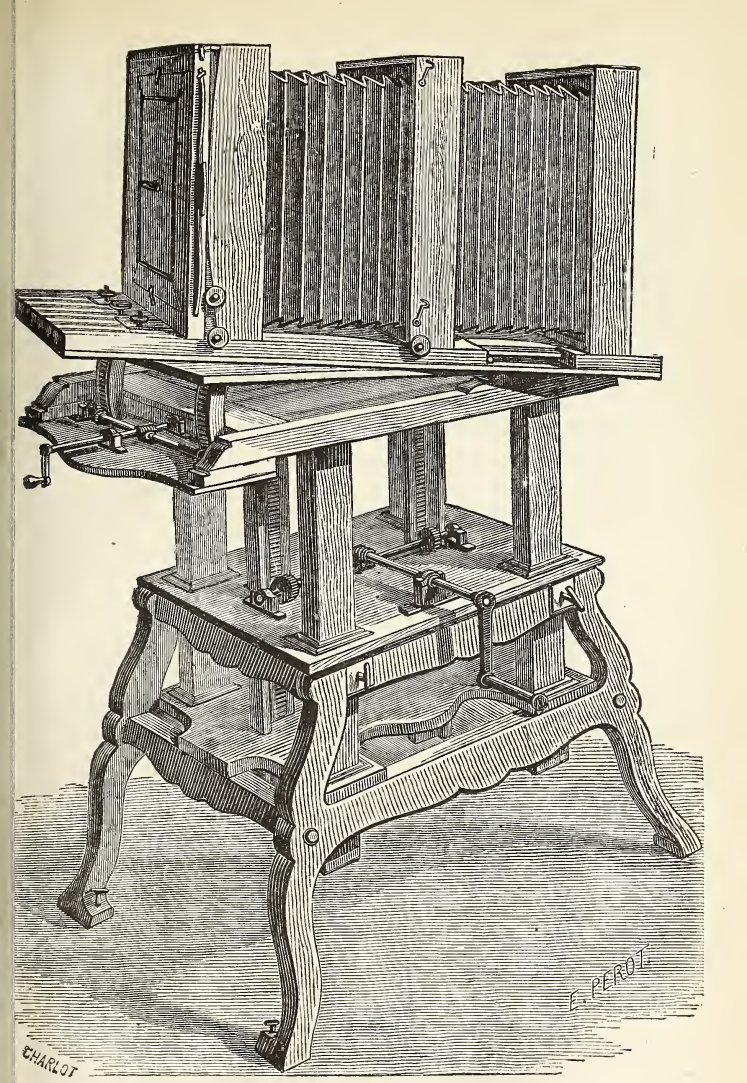


Fig. 30. — Chambre noire d'atelier avec son pied (Rucker Martinet).

soires. Elle est souvent construite avec plus de luxe pour orner l'atelier des photographes, mais elle rendra nécessairement des services moins variés.

Enfin la chambre à reproductions (fig. 3) est généralement de grandes dimensions ; elle peut atteindre un mètre de hauteur et dépasser, quand elle est complètement tirée, une longueur de deux mètres. L'objectif peut se monter à volonté sur un cône qui se place à l'extérieur ou à l'intérieur de la chambre et permet d'augmenter ou de diminuer le tirage. Cet appareil est employé dans les grands ateliers et les administrations publiques pour copier des cartes, plans ou autres grands dessins. La figure 30 montre en même temps qu'une chambre universelle un pied d'atelier qui convient bien à ce genre d'appareils, que l'on installe souvent à poste fixe, à cause de leur poids considérable : c'est alors le modèle qu'on déplace en laissant la chambre immobile. Quelquefois, au contraire, l'appareil photographique et le chevalet destiné au modèle sont montés sur des rails. Les pieds en fonte, lorsqu'ils sont d'une bonne construction, sont préférables aux pieds de bois, parce qu'ils supportent sans se déformer la haute température des ateliers photographiques.

Chambres avec plusieurs objectifs. — On dispose souvent sur la planchette antérieure des chambres deux objectifs identiques qui donnent simultanément deux images du même objet pour une seule pose ou qui permettent de faire sur la même plaque deux portraits différents. Il existe même des chambres qui portent un plus grand nombre d'objectifs, par exemple quatre, six ou douze, qu'on peut employer

successivement ou ensemble. C'est avec une chambre à douze objectifs que les photographes nomades obtiennent d'ordinaire par la ferrotypie des positifs de petite dimension qui peuvent être livrés immédiatement.

Châssis négatifs. — Parmi les accessoires qui accompagnent les chambres noires se placent au premier rang les châssis destinés à apporter les plaques sensibles du laboratoire dans l'appareil et à les remporter après la pose. Une porte pratiquée à la partie postérieure permet d'introduire la glace qui est retenue aux quatre angles. Le côté antérieur, qui est destiné à s'ouvrir dans la chambre pour exposer la plaque à la lumière, est muni soit d'un volet qu'on rabat par-dessus la chambre pendant la pose, soit d'un rideau qui vient se loger par derrière, ce qui est moins embarrassant. C'est la disposition du châssis de droite dans la fig. 31. Souvent aussi on

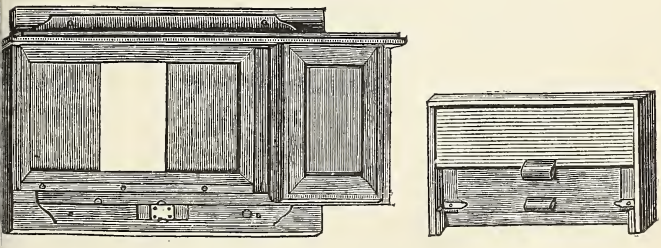


Fig. 31. — Multiplicateur avec châssis à rideau (Faller).

se sert de châssis doubles contenant deux glaces placées dos à dos et qu'on peut impressionner successivement en retournant le châssis qui a des volets sur

ses deux faces ; on peut ainsi tirer deux épreuves sans rentrer dans le laboratoire.

Il est à peine nécessaire d'ajouter que la chambre et le châssis doivent s'adapter l'un à l'autre assez exactement pour ne laisser pénétrer dans l'intérieur aucune lumière diffuse, et il en est de même pour toutes les pièces de l'appareil ; cette précaution est devenue encore plus indispensable depuis qu'on fait usage de substances aussi sensibles que l'émulsion au gélatino-bromure d'argent. Aussi vaut-il mieux, pour être plus sûr qu'aucun rayon lumieux ne viendra voiler la plaque, laisser, pendant la pose, le châssis et la plus grande partie de la chambre recouverts du voile noir qui a servi pour la mise au point.

Il est du reste facile de vérifier si la condition précédente est remplie et si les parois de la chambre ne laissent réellement pénétrer aucun rayon lumineux qui puisse être nuisible. On commence pour cela par fermer l'objectif, puis on regarde à travers la glace dépolie, en s'enveloppant du voile noir, si l'intérieur de la chambre est complètement obscur ; s'il n'en est pas ainsi, on découvre facilement l'orifice qui laisse entrer la lumière. On fait ensuite une seconde épreuve en regardant de la même façon par l'objectif, après avoir remplacé la glace dépolie par le châssis négatif d'abord fermé, puis ouvert, comme s'il contenait une plaque sensible ; la chambre doit être encore parfaitement obscure.

Châssis multiplicateur. — Il peut arriver souvent qu'on ait besoin d'obtenir de petites épreuves, tout en ne possédant qu'une chambre noire de grandes dimensions et munie d'un seul objectif, ce qui ne permet pas

d'avoir recours au mode de division indiqué plus haut. On peut alors ajouter à la chambre un châssis multiplicateur (fig. 31) qui permet, au moyen de rideaux horizontaux et verticaux, de cacher une partie de la plaque et d'en faire poser seulement la moitié ou le quart. M. Bretagne a imaginé récemment, sous le nom de chambre noire à composteur, une disposition analogue qui permet de subdiviser une grande plaque en un très grand nombre de cases de toutes les grandeurs, sur lesquelles on tire successivement autant d'épreuves que l'on veut.

Écrans. — On peut encore arriver au même résultat en adaptant à l'intérieur du chariot des écrans protecteurs (fig. 32) en métal noirci, qui ne laissent agir la

Fig. 32. — Ecrans.

lumière, quand on ouvre le châssis, que sur une partie de la plaque. Cette disposition convient surtout aux chambres légères.

Quel que soit le procédé employé pour obtenir plusieurs épreuves successives sur une grande plaque lorsque la chambre n'a qu'un seul objectif, il est toujours utile de pouvoir déplacer l'appareil optique pour amener l'image sur la partie de la plaque qu'on veut impressionner. C'est pour produire ce déplacement

que la planchette antérieure peut souvent glisser de haut en bas et latéralement ; des vis de serrage permettent de l'arrêter dans la position voulue.

Le même problème peut encore se présenter sous une forme un peu différente : on peut chercher à employer dans une grande chambre des plaques plus petites que les châssis ordinaires de l'appareil, en faisant une seule épreuve pour chaque glace. Cette question, qui se pose peut-être plus souvent encore aux amateurs que la précédente, peut se résoudre facilement en plaçant dans les châssis indiqués plus haut un nombre suffisant de petits cadres appelés *intermédiaires*, qui en diminuent progressivement les dimensions jusqu'à la taille qu'on désire. L'appareil d'agrandissement au pétrole, représenté dans la seconde partie, montre la disposition de ces cadres. Mais il est indispensable de s'assurer d'abord que l'image du modèle se forme exactement au centre de la glace dépolie et qu'elle n'est pas plus grande que la plaque dont on veut se servir. Dans ce but, on marque ordinairement au crayon le centre de la glace dépolie par deux diagonales, et l'on indique de même les grandeurs des plaques de différents formats.

CHAPITRE XIV

APPAREILS DE VOYAGE ET DE POCHE

Chambres de voyage. — Instantographe Morgan. — Châssis négatifs. — Boîtes à escamoter. — Appareil Chauvet. — Appareils pour vues instantanées. — Appareil Enjalbert. — Appareils à mise au point automatique. — Appareils de poche. — Chapeau photographique. — Photorevolver.

C'est surtout dans les appareils de voyage que les inventeurs ont déployé toute leur ingéniosité. Dans l'atelier, en effet, le poids des instruments, loin d'être nuisible, est une cause de stabilité ; on peut donc sans inconvénient leur donner les dimensions qu'on juge nécessaires et se procurer tout ce qui est utile pour compléter une bonne installation. En voyage, au contraire, il importe de restreindre autant que possible le poids et le volume des appareils et de réduire le bagage au matériel strictement indispensable.

Pour arriver à ce résultat, en même temps qu'on imaginait de nouvelles méthodes qui permettent de préparer les glaces et de les développer dans le laboratoire et de limiter les opérations faites en voyage à l'exposition dans la chambre noire, on a aussi construit des chambres aussi légères que possible et par suite beaucoup plus faciles à transporter sans cepen-

dant leur enlever les qualités de solidité et de précision qui sont absolument nécessaires.

Fig. 33. — Chambre noire de voyage (Rucker).

Chambres de voyage. — Les fig. 28 et 33 repré-

sentent des modèles très employés depuis longtemps par les touristes et qui satisfont pleinement aux conditions que nous venons d'indiquer. Quand le soufflet est replié, la chambre forme une sorte de boîte en bois rectangulaire qu'on peut enfermer dans une sacoche en toile et porter sur le dos. L'objectif se place dans un étui spécial. Enfin le pied, très léger, est formé de trois branches dont chacune est constituée par trois parties évidées qui peuvent rentrer l'une dans l'autre pour faciliter le transport. Lorsqu'on veut prendre une vue, on déplie les branches du pied et l'on serre toutes les vis pour obtenir une parfaite rigidité; on fixe la chambre sur le pied et l'on visse l'objectif. Puis on se tourne vers le sujet qu'on veut reproduire et l'on procède à la mise au point avec les précautions indiquées. La fig. 34 montre l'aspect d'une chambre de voyage du même genre, lorsqu'elle est ouverte ou fermée.

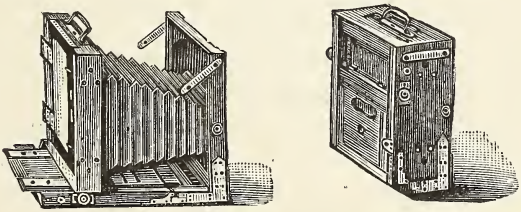


Fig. 34. — Chambre noire (Mackenstein).

Instantographe Morgan. — L'instantographe Morgan (fig. 35) consiste en une chambre noire en acajou, avec vis de rappel à queue, l'avant et l'arrière basculant ; la planchette d'objectif se déplace verticalement et horizontalement ; le châssis négatif est double avec

planchette à coulisse, munie de crochets de sûreté. Une lentille construite d'après de nouvelles formules, munie à l'avant d'un obturateur instantané et d'une série de quatre diaphragmes œil de chat pour les poses plus lentes, complète l'appareil.

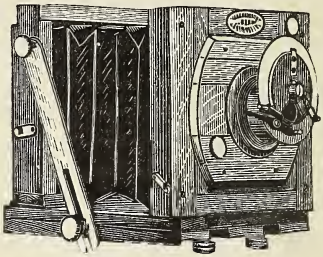


Fig. 35. — Instantographe Morgan.

Châssis négatifs. — Avec la chambre noire et son pied, le touriste photographe doit nécessairement emporter un certain nombre de plaques sensibles, plus ou moins grand suivant la durée du voyage, et, malgré les simplifications apportées par l'invention des procédés secs, aujourd'hui seuls employés au dehors, ce transport est encore assez incommode. La meilleure disposition consiste à avoir un certain nombre de châssis doubles, semblables à ceux que nous avons décrits ci-dessus, mais plus légers, comme l'appareil lui-même. Ces châssis sont garnis de glaces avant de quitter l'atelier ; ils sont numérotés pour éviter toute méprise. Il est bon de les employer par ordre, et de prendre note du numéro auquel on est arrivé, pour ne pas avoir à craindre de faire poser deux fois la même glace. On a soin, pendant le voyage,

d'abriter soigneusement les châssis de la lumière, et, en rentrant à l'atelier, on en retire les plaques pour procéder au développement.

Boîtes à escamoter. — On a essayé depuis longtemps de transporter les plaques sèches dans des boîtes fermées : mais il est difficile de les faire passer en plein air de la boîte dans la chambre noire sans les exposer à la lumière. On peut se servir pour cela de *boîtes à escamoter*, dans lesquelles les glaces sont rangées pour le voyage. Au moment de la pose, on place la boîte au-dessus du châssis ou de la chambre noire, et l'on ouvre une fente qui permet à l'une des glaces de descendre. Quand l'exposition à la lumière est terminée, on fait passer la boîte au-dessous du châssis et l'on y fait redescendre la glace d'une manière analogue. La fig. 36 représente une boîte à escamoter avec son châssis, au moment où, la fente étant ouverte, une des glaces redescend dans la boîte après avoir posé. Cette disposition est très peu employée depuis que le gélatino-bromure a remplacé complètement le collodion sec : ce nouveau procédé est si sensible qu'il nécessite absolument des appareils étanches de toute lumière et c'est fort difficile à obtenir avec un si grand nombre d'ouvertures.

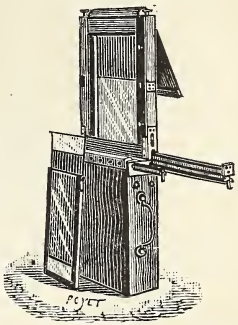


Fig. 36. — Boîte à escamoter avec son châssis (Faller).

On a construit aussi des appareils dans lesquels la boîte à escamoter fait partie de la chambre noire et ne peut en être séparée, ce qui permet d'éviter un

certain nombre de fentes ; mais il faut alors imaginer une disposition aussi simple que possible, qui amène successivement les plaques au foyer de l'objectif.

Appareil Chauvet. — Nous décrirons plus loin le *fusil photographique* à répétition de M. Hermann Fol

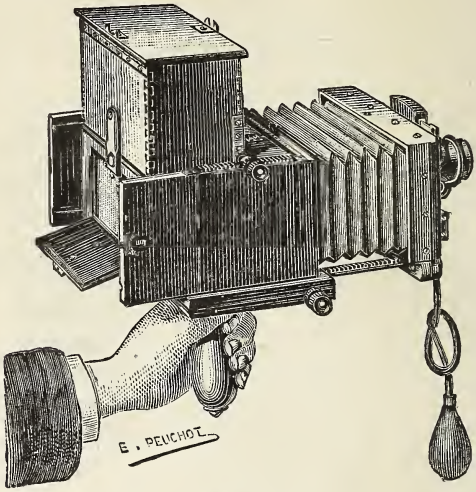


Fig. 37. — Appareil Chauvet (Carette).

et celui de M. Marey (Voy. *Photographie instantanée*) ; ces deux instruments sont plus spécialement destinés aux usages scientifiques. D'autres appareils de ce genre peuvent servir aux amateurs ; voici l'un des plus récents. Fermé, il présente l'aspect d'une sorte de caisse en bois. Il peut être tenu à la main ou placé sur un pied. Lorsqu'on l'ouvre, un soufflet permet d'allonger la partie antérieure pour faire la mise au point (fig. 37). Une boîte à es-

camoter, fixée au-dessus de la chambre, laisse tomber les unes après les autres, par un simple mouvement de crémaillère, douze glaces 9 × 12, qui viennent poser successivement, tandis qu'une division permet de rectifier chaque fois la mise au point.

Quand on veut prendre une vue, on ouvre les deux portes à l'arrière, on abaisse le volet qui couvrait la glace dépolie, et l'on procède à la mise au point au moyen de la crémaillère du bas placée à l'avant ; cette opération terminée, on referme le volet et l'on arme l'obturateur. Alors, par un mouvement en arrière de la crémaillère du haut, on ouvre légèrement la boîte et l'on fait descendre la première plaque ; mais il faut rétablir la mise au point en éloignant l'objectif, ce que l'on fait en ramenant le guide qui indique le numéro de la plaque au point exact tracé sur l'échelle, puis on presse sur la poire pour faire déclancher l'obturateur.

Si l'on n'a pas à changer la mise au point, on pourra prendre douze vues successives, sans autre précaution que de faire tomber les plaques en ouvrant peu à peu la boîte à escamoter à l'aide de la crémaillère du haut, et de rétablir la mise au point. Mais ce n'est pas là le cas le plus fréquent, et les objets qu'on photographie successivement ne sont pas d'ordinaire à la même distance. Aussi est-il habituellement nécessaire de remettre au point après chaque épreuve, et l'on est forcé de retourner l'appareil pour faire rentrer les plaques déjà impressionnées dans la boîte, après avoir inscrit sur une plaque ronde d'ivoire le numéro de celle qu'on a employée en dernier lieu ; ensuite on ferme la boîte, on redresse l'appareil, on remet au point sur la glace

dépolie et l'on fait retomber dans la chambre toutes les plaques qui ont déjà posé, plus celle qui suit ; puis on corrige la mise au point à l'aide de l'échelle divisée. Malgré ses dispositions ingénieuses, ce petit appareil a certainement l'inconvénient d'exiger de trop longues manipulations quand on veut changer le point, ce qui arrive généralement pour chaque épreuve. En outre, il serait sans doute utile de doubler chaque glace sensible d'une plaque de métal noirci pour empêcher la lumière de traverser celle qui pose et de voiler celles qui sont derrière et qui ont déjà posé.

Le premier appareil que nous avons décrit dans ce chapitre est certainement le plus pratique pour les excursions et celui qui donne les résultats les plus sûrs ; mais il ne diffère pas sensiblement, si ce n'est par sa plus grande légèreté, de ceux qu'on emploie dans les ateliers photographiques ; lorsqu'on veut s'en servir, il faut le monter, puis mettre au point, et un temps assez notable s'écoule avant qu'on soit prêt à photographier la vue qu'on voulait prendre. Or, depuis que la découverte du procédé au gélatino-bromure d'argent permet d'obtenir si facilement des épreuves instantanées, les touristes photographes sont devenus plus exigeants et veulent souvent, ne fût-ce que pour montrer leur habileté, fixer sur les plaques sensibles le souvenir d'un objet animé d'une grande vitesse, comme un train de chemin de fer, un bateau, une vague, etc.

Appareils pour vues instantanées. — Il est évidemment avantageux dans ce cas de posséder un appareil qui soit toujours prêt à fonctionner ou qui puisse au moins être préparé en quelques secondes.

Beaucoup de constructeurs ont cherché à réaliser ces conditions et ont imaginé des dispositions intéressantes à connaître, et dont nous allons citer un certain nombre. Disons tout de suite que dans la plupart de ces modèles on a supprimé la perte de temps exigée par la mise au point, en employant des objectifs qui ont une grande tolérance de foyer, de sorte que tous les objets placés au delà d'une distance de quelques mètres sont toujours sensiblement au point.

Appareil Enjalbert. — Le petit appareil très portatif auquel M. Enjalbert a donné le nom d'*alpiniste* (fig. 38), et qui est spécialement construit pour prendre des vues instantanées, rentre dans cette catégorie. Il est en outre installé de manière à faire l'office de boîte à escamoter.

Chargé de douze plaques sensibles 9 × 12, il ne pèse pas 2 kilogrammes et sa longueur ne dépasse pas 15 centimètres, ce qui permet de le porter en bandoulière à l'aide d'une courroie, comme une lorgnette. Lorsqu'on veut s'en servir, on tire en avant le soufflet et la planchette d'objectif qu'une tablette rigide maintient à la distance voulue du fond. L'objectif aplanétique embrasse un angle d'environ 60° et possède une profondeur de foyer assez grande pour qu'il soit inutile de mettre au point, tous les objets situés à plus de 10 mètres se trouvant projetés sur la plaque avec une netteté suffisante. Il n'y a donc, après avoir fixé la planchette d'objectif, qu'à armer l'obturateur et, en quelques secondes, tout est préparé. On dirige alors le rayon visuel suivant les sommets de deux guidons disposés sur le haut de l'appareil, et l'on déclanche l'obturateur lorsqu'on juge le moment convenable.

Lorsqu'une glace a été impressionnée, on la soulève à l'aide d'un levier extérieur, puis on la saisit avec la main dans l'intérieur d'un sac en toile caoutchoutée

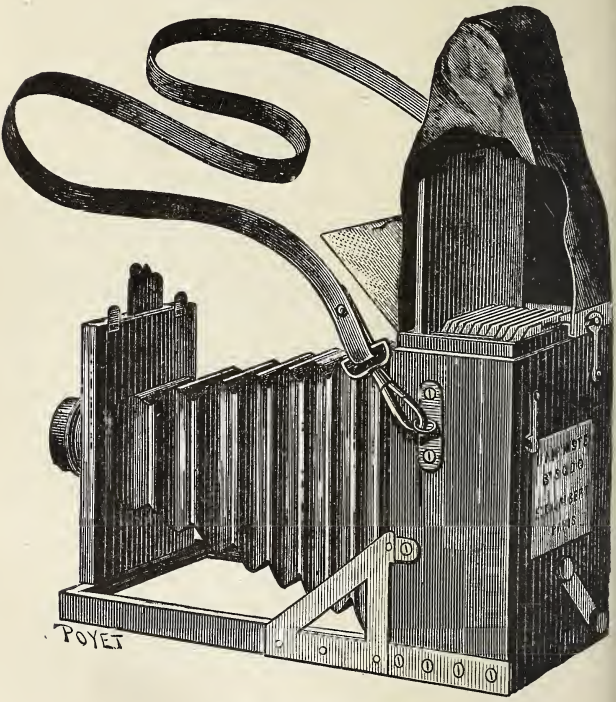


Fig. 38. — L'Alpiniste.

très flexible et imperméable à la lumière et on la fait passer derrière les autres ; les châssis qui les contiennent, grâce à leur forme bombée, font alors l'office de ressorts et les poussent en avant. Par suite, toutes les

plaques non impressionnées avancent d'une place et la seconde vient se substituer exactement à la première, de sorte qu'elle est au point, et qu'en un temps très court on est prêt à prendre une nouvelle vue. Le dernier châssis porte une fente longitu-

Fig. 39. — Le Kinégraphe.

dinale qui permet de le reconnaître facilement au toucher, de sorte qu'il est inutile de compter les plaques employées et qu'on est sûr, sans aucun calcul, d'être averti lorsqu'elles seront toutes impressionnées.

Citons encore parmi les appareils du même genre le *Kinégraphe* de M. Français (fig. 39) qui peut aussi se porter facilement à la main ou dans un petit sac. Trois châssis doubles pour glaces 8 × 9 sont constam-

ment dans l'appareil et l'objectif s'y loge également pour le transport. Lorsqu'on veut opérer, on place l'objectif, on arme l'obturateur et l'on tire en bas l'étui du châssis, puis on maintient l'instrument appuyé contre sa poitrine. Une petite chambre obscure installée à l'intérieur donne une image des objets réduite et redressée, qui vient se peindre sur une petite glace dépolie placée à la partie supérieure. Grâce à cette disposition, l'on peut suivre facilement ce qui se passe dans le champ de l'objectif et, lorsque le sujet cherché forme son image entre les traits horizontaux de la petite glace dépolie, on n'a plus qu'à presser avec le pouce sur la détente de l'obturateur et à remonter l'étui du châssis : la plaque est impressionnée.

Appareils à mise au point automatique. — Il est certainement commode d'être dispensé de mettre au point, mais, avec les objectifs qui jouissent de cette propriété, il est à craindre que, si tous les objets sont à peu près au point, aucun ne soit parfaitement net. L'appareil à mise au point automatique de M. Molteni est fondé sur un autre principe : on mesure la distance de la chambre au modèle et une graduation indique immédiatement la position qu'il faut donner à l'objectif. On obtient ainsi une plus grande netteté, tout en évitant également les ennuis de l'appareil ordinaire qui fait perdre un certain temps, oblige à se munir d'un voile noir, embarrassant quand il y a du vent, et à se servir d'une loupe si l'on n'a pas de bons yeux. Fermé, il se compose d'une boîte en bois très solide qu'on peut porter à la main à l'aide d'une poignée. Lorsqu'on veut s'en servir, on relève les deux couvercles d'avant et d'arrière (fig. 40), et l'on fixe l'ap-

pareil sur un pied si la pose doit être longue ; si au contraire le procédé employé permet d'opérer instantanément, on pourra tenir la chambre à la main au moyen de sa poignée, comme le montre la figure. On applique ensuite l'œil à un trou percé au centre du couvercle postérieur, et l'on regarde le paysage qu'on veut reproduire, qui apparaît dans l'encadrement formé

Fig. 40. — Appareil à mise au point automatique ouvert (Molteni).

par le couvercle antérieur ; grâce à cette disposition, la glace dépolie est rendue inutile : on voit beaucoup mieux le modèle, on juge mieux la disposition des objets qui le composent et l'on constate immédiatement si quelque détail vient altérer l'harmonie de l'ensemble. Cette manière de procéder présente encore un autre avantage sur l'emploi de la glace dépolie : c'est que, l'instrument étant tout préparé, l'on peut suivre facilement ce qui se passe dans le champ de l'objectif et photographier un objet mobile au moment où il le traverse et se présente sous un aspect agréable à l'œil.

Lorsqu'on a ainsi examiné l'ensemble du sujet, ce qui ne demande qu'un instant, on procède à la mise au point : des divisions tracées sur la coulisse de l'objectif permettent de faire cette opération très rapidement si l'on connaît la distance de la chambre à l'objet principal. Cette distance doit être déterminée avec soin à l'aide d'une règle si elle est inférieure à 5 ou 6 mètres ; jusqu'à 15 mètres, on peut ensuite la mesurer au pas, puis enfin l'estimer approximativement si elle dépasse cette valeur. Du reste, au delà d'une certaine distance, il n'est plus besoin de déplacer l'objectif. C'est évidemment dans ce cas que l'appareil sera le plus avantageux puisqu'il n'y aura pas de mesure à faire.

L'express détective P. Nadar (fig. 41) est aussi un appareil à mise au point automatique. Pour s'en servir, on estime d'abord approximativement la distance qui sépare le modèle de l'objectif, et l'on pousse sur le chiffre correspondant l'aiguille qui se voit sur la droite de l'appareil, la mise au point est faite. On place ensuite l'autre aiguille, qu'on voit à gauche au-dessus de l'objectif, sur le chiffre indiquant le temps de pose qu'on désire, puis on tourne la clef qui est à côté de ce cadran pour armer l'obturateur. L'appareil étant ainsi disposé, avec la main droite on le maintient appuyé contre le corps, et l'on regarde le sujet à travers l'un des deux viseurs qu'on aperçoit, l'un au-dessous du cadran des distances, l'autre sur le dessus de l'appareil. Ces deux viseurs sont formés chacun d'un petit objectif qui donne une image sur un verre dépoli ; mais, comme les verres dépolis sont placés latéralement, un miroir plan reçoit les rayons qui ont

traversé le petit objectif et les renvoie sur le verre. Cette disposition permet de prendre une vue même en tour-

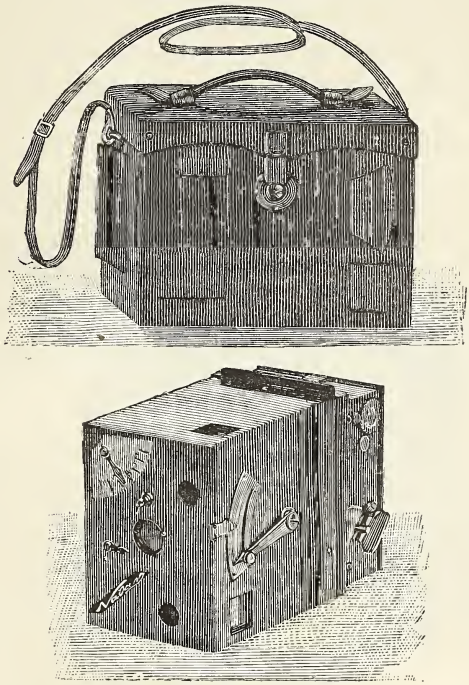


FIG. 41. — Détective Paul Nadar.

nant le dos au modèle. On emploie l'un ou l'autre de ces viseurs suivant qu'on veut opérer en hauteur ou en largeur. On observe ce qui se passe et, au moment convenable, on déclanche l'obturateur en pressant avec la main gauche un bouton placé au-dessous de l'appareil.

Cette chambre noire peut recevoir à l'arrière un chariot avec châssis négatifs en bois et métal ou bien un châssis à rouleau de papier Eastman. Elle peut se porter facilement suspendue dans un sac en cuir que montre la figure, et qui est muni de petites portes convenablement disposées pour qu'on puisse s'en servir sans la retirer de son étui. Enfin, cet appareil peut aussi être disposé sur un pied léger à trois branches, et une glace dépolie permet de faire la mise au point à la manière ordinaire.

Appareils de poche. — Les appareils que nous venons de décrire montrent bien à quel point on a su réduire le matériel des touristes photographes. Cependant quelques constructeurs sont allés plus loin et ont cherché en quelque sorte à supprimer tout bagage en réduisant la chambre noire à un volume si petit qu'on puisse facilement la porter dans sa poche ou dans quelque objet indispensable, par exemple dans un chapeau. Décrivons rapidement, au moins à titre de curiosité, deux de ces appareils, le chapeau photographique et le photorevolver.

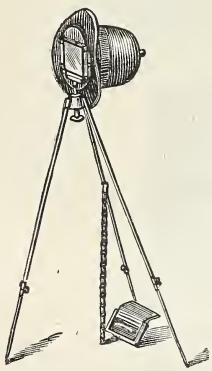


Fig. 42. — Chapeau photographique.

Le chapeau photographique (fig. 42) se compose en réalité de deux parties : un chapeau et une canne. La canne peut se séparer en trois parties pour former un pied à trois branches destiné à recevoir l'appareil lorsqu'on veut s'en servir. Le chapeau, fait sur mesure,

constitue une chambre noire pour grandeur 9 × 12. On le fixe au sommet de la canne, comme le montre la figure, et le petit appareil est prêt à fonctionner.

Photorevolver. — Le photorevolver peut se porter facilement dans la poche ou dans un étui à courroie. Il a la forme d'un revolver (fig. 43) dont le canon contient un objectif aplanétique, et convient par suite à peu

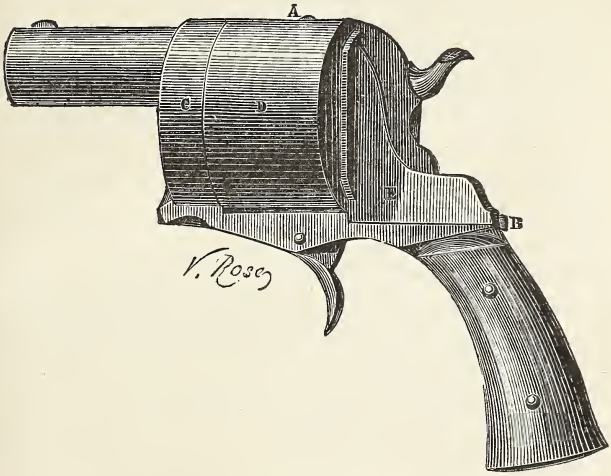


Fig. 43 — Photorevolver (Enjalbert).

près également à tous les genres de photographie. Neuf châssis contenant des glaces de 4 centimètres carrés de surface sont disposés dans l'intérieur et peuvent venir successivement s'impressionner au fond du canon. L'objectif jouit d'une très grande tolérance de foyer, de sorte que tous les objets placés à plus de cinq ou six pas sont reproduits avec une égale netteté

et qu'on n'a pas à s'inquiéter de mettre au point. Il donne assez de lumière, grâce à la dimension considérable de ses lentilles par rapport aux glaces, pour permettre d'obtenir, même à l'ombre, des épreuves instantanées, et possède un champ assez grand pour que l'image se trouve au centre sans qu'il soit nécessaire de viser bien juste. Enfin l'appareil est muni d'un obturateur dont la vitesse se règle à l'aide d'un mécanisme d'horlogerie ; la rapidité est assez grande pour qu'il n'y ait pas à se préoccuper des petits déplacements que pourrait subir le revolver pendant la pose. Tourner le barillet, viser et presser la détente, telles sont les seules opérations nécessaires pour obtenir une épreuve. Nous croyons cependant devoir avertir ceux de nos lecteurs qui voudraient se servir de ce petit appareil en public qu'il est prudent de le dissimuler dans un foulard ou de toute autre manière, car sa forme pourrait tromper les assistants sur les intentions pacifiques de l'opérateur et lui attirer des désagréments.

Remarquons encore que cet instrument donnant des épreuves très petites, il est indispensable, en rentrant chez soi, de les agrandir, soit au moyen d'un appareil spécial, soit à l'aide d'une chambre noire ordinaire. Nous indiquerons plus loin comment on procède à cette opération. Une observation analogue peut du reste s'appliquer à tous les appareils de voyage : on peut toujours les rendre plus légers en diminuant leurs dimensions et agrandir ensuite dans l'atelier les clichés obtenus dans les excursions. Mais on peut souvent, si on le préfère, se dispenser de ce nouveau tirage, tandis qu'ici le petit diamètre des épreuves le rend absolument nécessaire.

CHAPITRE XV

LA PHOTOGRAPHIE SANS OBJECTIF

Inconvénients des objectifs. — Avantages des chambres à petite ouverture. — Appareil de M. Colson ; sténopé-photographe. — Importance de la forme et de la dimension des orifices. — Applications. — Photo-sténographe.

Grâce aux améliorations apportées aux opérations chimiques, on peut obtenir aujourd'hui avec l'instrument primitif des résultats très satisfaisants, et préférables, au moins sous certains rapports, à ceux que fournissent les appareils nouveaux que nous avons indiqués.

Nous avons déjà expliqué (p. 8) la formation des images dans la chambre noire de Porta, qui se composait primitivement d'une caisse noircie, complètement close, et portant seulement un petit orifice sur l'une de ses parois. Nous avons vu qu'il se produit dans ce cas sur la paroi opposée une image renversée des objets placés devant l'ouverture. Mais le petit orifice, ne laissant entrer dans la chambre qu'une faible quantité de lumière, donnait une image très peu éclairée, et, les substances employées à cette époque n'étant pas assez sensibles pour se laisser impressionner dans ces conditions, on dut renoncer

à cette disposition pour recourir aux images données par les lentilles. C'est cependant cet appareil très simple que M. Colson propose d'employer aujourd'hui.

L'emploi des lentilles n'est pas en effet sans inconvénients : nous avons expliqué plus haut que les images fournies par ces instruments n'étant jamais absolument planes, on ne peut éviter une certaine déformation, le changement des lignes droites du modèle en lignes légèrement courbes, et l'impossibilité de rendre nette simultanément toute la surface de l'image. De plus, il est indispensable de passer d'abord un certain temps à mettre au point, et il est difficile d'y réussir pour toutes les parties du modèle lorsque celui-ci est composé d'objets situés à des distances très différentes.

La chambre noire à petite ouverture ne présente au contraire aucun de ces défauts, et l'on ne peut lui rien reprocher que l'insuffisance de l'éclairement. Or nous possédons actuellement des plaques assez sensibles pour pouvoir être impressionnées même par une lumière extrêmement faible. D'un autre côté, les images données par cette chambre sont d'une exactitude parfaite et complètement exemptes de déformations ; leur netteté ne dépend nullement de la distance à l'objectif, mais seulement du diamètre de l'ouverture. Elles peuvent donc toujours être considérées comme planes, et il est tout à fait inutile de se préoccuper de la mise au point. Ajoutons aussi que les épreuves obtenues possèdent une douceur et une harmonie de tons qui leur donnent un aspect très agréable. Enfin la chambre et l'appareil optique sont tellement

simples que chaque opérateur peut aisément les construire lui-même.

M. Colson a étudié très soigneusement sa méthode et déterminé exactement les conditions dans lesquelles on peut avoir les meilleurs résultats. Le trou doit être percé dans une plaque mince, par exemple une lame de métal de 0,2 millim. d'épaisseur, en se servant d'une mèche à tranchant incliné, de façon à obtenir un orifice conique, ce qui augmente le champ. Il doit être exempt de bavures sur les bords. La forme circulaire convient très bien et a l'avantage d'être la plus facile à obtenir.

La netteté dépend essentiellement du diamètre de l'orifice qui doit toujours être très petit. D'ailleurs son diamètre ne doit pas être constant, il doit varier avec la longueur de la chambre noire. Lorsque la glace dépolie est à 8 centim. de l'ouverture, le diamètre doit être de 0,3 millim. ; si la distance est 28 centim., il doit être de 0,5 millim. ; enfin il doit être de 0,38 millim. pour une distance de 18 centim. ; plus la plaque est rapprochée de l'orifice, plus l'image embrasse d'objets, mais plus chacun d'eux paraît petit.

La chambre noire sans objectif présente encore un autre avantage, celui de posséder un champ très grand. Dans les appareils ordinaires, le champ, c'est-à-dire la portion de l'espace qui peut se reproduire sur la glace dépolie, dépend des dimensions des lentilles et de leur distance. Dans la chambre que nous considérons actuellement, il est déterminé par le diamètre de l'ouverture et l'épaisseur de la lame. Il sera donc facile de l'agrandir en choisissant une lame

mince ou en faisant l'ouverture conique, ce qui produit le même effet. En se bornant à un champ de 90°, on est certain d'obtenir des clichés parfaitement nets même sur les bords.

M. Colson a employé des plaques et des papiers préparés par différents procédés. Il est évident que le temps de pose doit varier avec la nature de la substance sensible, le diamètre de l'orifice et aussi avec la longueur de la chambre ; à mesure que la distance de l'ouverture à la plaque augmente, l'éclairement diminue. Ce temps est plus grand pour des objets rapprochés que pour des paysages. Généralement il ne dépasse pas une minute.

On voit quels sont les avantages que présente la chambre noire sans objectif, et par suite on peut imaginer facilement dans quels cas elle pourra être utile. Elle conviendra particulièrement pour la reproduction des objets qui présentent une certaine profondeur, ou qui exigent l'absence complète de déformation, comme les monuments, les machines, etc.

La grandeur du champ rend cet appareil très propre à la production de vues panoramiques. Il suffira, avec un champ de 90°, de quatre opérations pour avoir un panorama complet. On prend soin de faire tourner l'appareil autour d'un axe vertical passant par l'orifice et l'on tire les clichés sur du papier présentant dans l'intérieur de la chambre une surface cylindrique. Si l'on dispose ensuite les épreuves positives dans l'intérieur d'un cylindre et qu'on place l'œil sur l'axe à la hauteur correspondant à l'ouverture, on obtiendra une perspective mathématiquement exacte, et reproduisant fidèlement l'ensemble du modèle.

Cette chambre se prête encore très bien à l'obtention des photographies stéréoscopiques. Nous expliquerons dans la seconde partie le principe du stéréoscope et les conditions que doivent remplir les vues qu'on place dans cet instrument ; nous nous contenterons d'indiquer ici la manière de procéder. Il suffit de remplacer l'orifice unique par deux petits trous identiques à 6,5 centim. l'un de l'autre ; c'est la distance moyenne des deux yeux. Il faut en outre séparer l'intérieur de la chambre en deux parties par une cloison noircie passant entre les deux ouvertures, de façon que chaque moitié de la plaque reçoive seulement la lumière de l'orifice correspondant. On obtient ainsi simultanément deux clichés pouvant fournir à leur tour deux positifs qui, disposés dans un stéréoscope, produiront la sensation du relief.

Signalons enfin pour terminer une dernière application de cet appareil si simple, et ce n'est pas la moins importante. Grâce à l'exactitude de la perspective obtenue, il est évident qu'il pourra rendre de précieux services à la topographie ; on peut en effet, au moyen de clichés pris dans deux stations convenablement choisies, restituer sur une planchette, par recoupements, tous les points du terrain vus à la fois de ces deux stations, à condition d'avoir rapporté au préalable sur la planchette leur position à l'échelle fixée.

La figure 44 représente une chambre noire sans objectif à laquelle l'auteur a donné le nom de *sténopéphotographe*. L'objectif est remplacé par une plaque métallique qu'on peut faire tourner à l'aide du bouton central, et qui porte, aux extrémités de trois de

ses diamètres, trois paires d'ouvertures de largeur différente ; celles qui portent le n° 1 ont 0,30 millim.

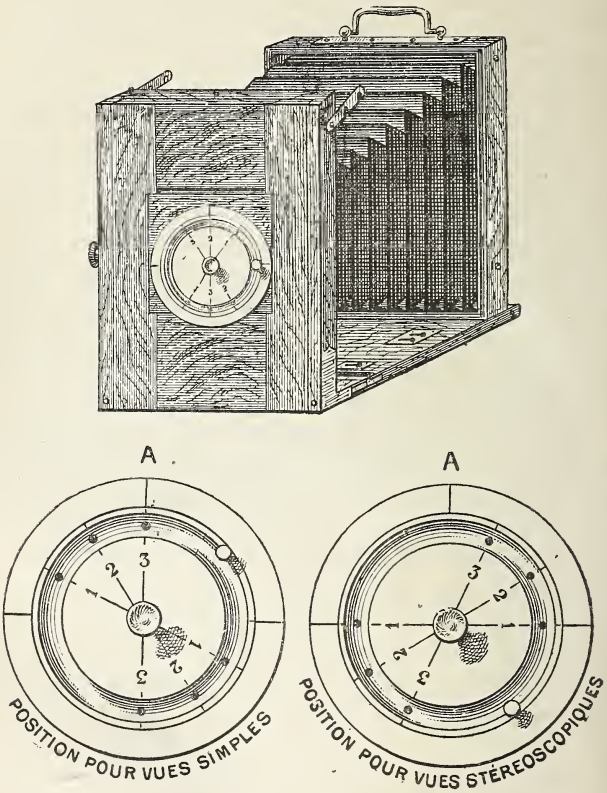


Fig. 44. — Sténopé-photographe.

de diamètre ; les suivantes ont 0,38 millim. et les dernières 0,50 millim. On voit sur la figure ces six

orifices et leurs numéros ; les ouvertures n° 2 sont situées sur le diamètre vertical. De plus, la planchette qui porte le disque métallique est percée de trois fenêtres circulaires équidistantes, l'une au haut de la plaque, les deux autres aux extrémités de son diamètre horizontal. Pour prendre une vue simple, on amène l'orifice de grandeur convenable devant la fenêtre du sommet : ainsi l'on voit sur la figure de gauche la position qu'on doit donner à la plaque pour prendre une vue simple avec l'ouverture n° 3. Pour obtenir avec la même ouverture une vue stéréoscopique, il faudrait tourner la plaque de 90°, de manière à placer horizontalement le diamètre passant par les deux orifices n° 3 ; ils se trouveraient alors disposés devant les deux fenêtres inférieures, qui sont destinées à cet usage ; la figure de droite montre la plaque disposée pour prendre une vue stéréoscopique avec les ouvertures n° 1.

L'appareil imaginé par M. Sermaisse, qui lui a donné le nom assez impropre de *photo-sténographe*, ne diffère du précédent que par la forme de l'orifice qui est conique et pris en plein dans un bloc massif de métal. L'auteur affirme que les images ainsi obtenues sont plus nettes et nullement floues.

CHAPITRE XVI

LA PHOTOGRAPHIE SANS APPAREIL

Premiers essais. — Reproductions sur papier au ferro-prussiate. — Papier au cyano-fer. — Autre procédé. — Photographies d'éclairs. — Reproductions de médailles, etc.

Premiers essais. — Nous avons vu dans le chapitre qui précède qu'on peut obtenir des clichés avec une chambre noire dépourvue d'objectif; nous allons examiner maintenant si l'on peut dans certains cas se procurer des épreuves sans avoir recours à la chambre noire.

Il y a longtemps qu'on a tenté de reproduire par ce procédé des objets inanimés, notamment des dessins et des gravures. Les premiers expérimentateurs, Charles, Wedgwood, Davy, avaient dû, à cause du peu de sensibilité des substances employées, renoncer à la chambre noire et se borner à essayer de faire des copies par cette méthode. Mais ils ne purent arriver à fixer leurs épreuves, et par conséquent leurs tentatives ne donnèrent aucun résultat.

Epreuves sur papier au ferro-prussiate. — Depuis cette époque les choses ont bien changé : nous connaissons aujourd'hui de nombreux procédés photographiques et par suite il est facile, lorsqu'on le désire,

d'obtenir des copies de dessins ou de gravures sans se servir d'aucun apppareil, pourvu qu'on puisse rendre ces objets suffisamment transparents. On se sert du modèle comme d'un cliché pour préparer une épreuve sur papier qui est ordinairement négative et qui, rendue transparente, peut être employée à son tour comme cliché pour donner de nouvelles épreuves qui seront positives. On peut donc ainsi se procurer facilement des copies qui non seulement reproduisent tous les détails du modèle mais ont de plus l'avantage d'avoir exactement les mêmes dimensions. Tous les papiers photographiques peuvent évidemment servir dans ce but.

Remarquons cependant que le papier au *ferro-prussiate*, que sa couleur d'un bleu vif rend à peu près impropre à tout autre usage, convient très bien ici ; outre qu'il peut se conserver indéfiniment, il n'est besoin d'aucune opération compliquée pour développer et pour fixer l'image ; un simple lavage à l'eau est parfaitement suffisant. Grâce à ces qualités, les épreuves s'obtiendront rapidement et à peu de frais ; on apprendra facilement à les préparer soi-même et l'on évitera l'inconvénient de confier l'original à des personnes étrangères. C'est pour ces raisons qu'on emploie souvent le papier au prussiate pour faire des copies de plans, dessins, projets, documents, dentelles, bois découpés, etc., et de tous les objets qui présentent alternativement des parties opaques et translucides.

Ce papier est préparé par M. Marion de la manière suivante : on fait deux dissolutions, l'une d'une partie de citrate de fer et d'ammoniaque dans quatre

parties d'eau et l'autre de prussiate rouge de potasse dans six parties d'eau. On mélange les deux liquides et on conserve le tout à l'abri de la lumière. On prend du papier bien gommé et on l'enduit de la liqueur précédente à l'aide d'une brosse douce.

Si l'on veut copier un dessin, ce qui est le cas le plus général, il faut d'abord le tracer de manière à faciliter autant que possible sa reproduction. On se servira de papier ou mieux encore de toile à calquer très homogène et très transparente, d'une teinte plutôt bleuâtre que jaune, cette dernière arrêtant davantage les rayons chimiques, et l'on dessinera avec de l'encre de Chine bien noire ou plutôt mélangée avec une couleur jaune ou rouge, brun d'aniline, etc., en ayant soin de faire les traits un peu épais. On trouve dans le commerce des encres toutes préparées et qui conviennent très bien. On procède ensuite au tirage des épreuves qui se fait dans un châssis-presse semblable à ceux que nous avons décrits (page 33) : la manière d'opérer varie suivant que l'on veut obtenir des épreuves à traits blancs sur fond bleu ou bien au contraire des dessins à traits bleus sur fond blanc.

Dans le premier cas, on place le modèle dans le châssis, le côté dessiné touchant la glace, afin d'éviter le renversement de l'image ; et l'on met par-dessus un papier au ferro-prussiate, la face sensible du côté du dessin. On ferme le châssis et l'on expose le tout à la lumière ou mieux au soleil. Le papier contient un sel ferrique et du ferricyanure de potassium ; la lumière réduit le sel ferrique et forme du bleu de Prusse. A mesure que se fait cette réaction, la teinte du papier varie : il devient successivement jaune verdâtre, vert

bleuâtre, bleu gris foncé, puis il s'éclaircit et prend une couleur gris clair olive à reflets métalliques. C'est à ce moment qu'on doit retirer le papier du châssis. On suivra facilement les changements de ton sans ouvrir l'appareil si l'on a pris soin de couper le papier sensible un peu plus grand que le dessin : on regarde d'abord l'effet produit sur le bord qui dépasse le modèle, et l'on n'a besoin d'ouvrir le châssis que vers la fin du tirage. On peut aussi placer dans le châssis quelques bandes de papier au prussiate qui pénètrent de quelques millimètres entre les bords du calque et le papier sensible et dont l'autre extrémité se prolonge de quelques centimètres hors du châssis : on prend de temps en temps un de ces papiers témoins dont on lave l'extrémité intérieure pour voir si la réaction est suffisamment avancée.

Après un temps convenable d'exposition à la lumière, on retire le papier du châssis à l'abri du grand jour, et on le plonge dans l'eau d'une cuvette qu'on agite doucement : on renouvelle le liquide lorsqu'il se colore en jaune, et l'on cesse dès que l'épreuve a pris le ton voulu. Le bleu formé reste, tandis que le se non attaqué se dissout. On éponge dans du papier buvard et l'on achève de sécher en suspendant à une corde au moyen de pinces ou d'épingles. On a ainsi une épreuve négative, car les parties claires de l'objet sont indiquées par une teinte bleue d'autant plus foncée que la lumière a pu agir plus complètement, et les traits noirs sont reproduits en blanc puisqu'ils ont arrêté l'action lumineuse et empêché la formation du bleu de Prusse.

Ces images négatives sont quelquefois suffisantes ;

il peut arriver au contraire qu'on préfère avoir des épreuves positives à traits bleus sur fond blanc. Dans ce cas, on tire d'abord une épreuve négative en opérant à peu près comme nous venons de l'indiquer, mais en employant un papier au ferro-prussiate plus mince. De plus, on a soin que le côté dessiné du modèle soit en contact avec le papier sensible et non avec la glace, ce qui donnera un négatif renversé. Ce négatif doit présenter, vu par transparence, une couleur bleu foncé, et bleu ardoise par réflexion. La venue de l'épreuve est assez difficile à suivre ; on ne se rend bien compte de la teinte obtenue qu'en regardant par transparence ; il est donc utile d'avoir recours à de petits morceaux de papier servant de témoins, comme nous l'avons expliqué plus haut. Du reste, l'exposition à la lumière doit être au moins trois ou quatre fois plus longue que dans le cas précédent, et l'on n'a guère à craindre qu'elle dure trop longtemps. On fixe comme ci-dessus.

Il faut ensuite procéder au tirage des épreuves positives, à l'aide du cliché transparent qu'on vient d'obtenir. Ce cliché est placé dans le châssis-presse, le côté le moins foncé touchant la glace, et l'on met par-dessus une feuille de papier ordinaire au ferro-prussiate, le côté sensible en contact avec le cliché. On produit ainsi un second renversement de l'image qui corrige le premier, de sorte que l'épreuve positive sera identique au modèle primitif. Le reste des opérations se fait comme nous l'avons indiqué plus haut, et l'on a une copie à traits bleus sur fond blanc. Il faut avoir soin de ne pas trop prolonger la pose parce que les fonds subiraient un commencement de réaction et prendraient une teinte sale.

En plongeant, après lavage, les épreuves dans de la potasse très étendue, puis dans l'acide gallique, la substance bleue se transforme en encre ordinaire et prend une couleur noire. On peut aussi obtenir des épreuves plus solides en se servant de toile préparée au ferro-prussiate.

Papier au cyano-fer. — Le papier dit au *cyano-fer* imaginé par M. Pellet peut, comme celui au ferro-prussiate, servir à faire des reproductions sans chambre noire et présente sur celui-ci certains avantages : le principal est de donner directement des épreuves positives sur fond blanc, sans qu'on ait besoin de tirer d'abord une épreuve négative. En outre, il est assez sensible pour donner des épreuves par tous les temps, même par le brouillard ; ces copies sont inaltérables à la lumière et à l'humidité, et peuvent être couvertes sans inconvénient de teintes conventionnelles pour en distinguer les différentes parties. D'un autre côté, les opérations nécessaires pour développer et pour fixer l'image sont beaucoup plus longues et plus délicates qu'avec le papier au ferro-prussiate.

Le papier au cyano-fer, que l'on se procure tout préparé, est sensibilisé par immersion dans une dissolution de perchlorure de fer additionnée de gomme arabique et d'acide oxalique. On fait sécher dans l'obscurité.

L'action lumineuse a pour effet de transformer le perchlorure de fer en protochlorure ; le développement se fait au moyen de prussiate de potasse ou ferrocyanure de potassium qui ne modifie pas ce protochlorure, tandis qu'il colore en bleu le composé primitif. Il en résulte que les parties protégées par le

modèle, c'est-à-dire les traits des dessins, deviendront bleues, tandis que le fond, qui a reçu les rayons lumineux, restera blanc.

Pour se servir de ce papier, il est bon de préparer le modèle avec les précautions indiquées pour la méthode précédente, puis on le place dans le châssis, le dessin tourné vers la glace, pour éviter le renversement, et l'on met par-dessus une feuille de papier cyano-fer. On dispose également dans le châssis quelques morceaux de papier sensible pour servir de témoins et l'on arrête la pose lorsqu'un de ces fragments, trempé dans le bain de prussiate destiné au développement, ne laisse apparaître aucun point bleu, même après une minute. Le temps de pose varie de 20 à 50 secondes au soleil et peut s'élever jusqu'à 15 à 30 minutes par la pluie et le brouillard.

Lorsque la pose est terminée, on procède au développement en posant le papier, le côté impressionné en dessous, sur une dissolution saturée de prussiate de potasse, et l'on a soin que toute la surface sensible soit bien mouillée par le liquide, sans que celui-ci vienne baigner l'envers de la feuille. On laisse égoutter quelques minutes, tout en surveillant la venue de l'épreuve, et, avant qu'il apparaisse des points bleus sur le fond, on pose le papier sur une cuvette pleine d'eau. On arrose soigneusement le dos, puis on agite la feuille dans le liquide et on la plonge, la face en dessus, dans un bain d'eau acidulée où on la laisse 5 à 10 minutes. Pendant ce temps, les traits du dessin deviennent plus sombres et plus accentués et le fond prend une teinte bleue. Ce bain est formé d'eau ordinaire additionnée de 8 % d'acide

chlorhydrique du commerce ou de 3 % d'acide sulfurique en volume. Quand l'épreuve est sortie de l'eau acidulée, on passe légèrement à sa surface un large pinceau plat à soies courtes, on rince à grande eau et l'on suspend pour faire sécher.

Autre procédé. — Citons encore le procédé suivant très-employé en Amérique et qui diffère complètement des précédents. On fait une solution de :

Eau	90 gr.
Bichromate d'ammoniaque. . .	3 —

On ajoute deux blancs d'œuf, on mêle bien et on filtre. On verse dans un endroit obscur et à l'aide de l'ammoniaque sur une plaque de verre une quantité de liquide suffisante pour la couvrir ; on laisse égoutter et l'on recommence. Ensuite on sèche rapidement sur une lampe à alcool.

La glace ainsi préparée est exposée à la lumière diffuse sous la gravure ou le dessin que l'on veut reproduire pendant un temps qui varie entre une demi-heure et une heure et demie suivant le degré de transparence du papier. Pour développer l'image, on se sert d'un mélange de dix-huit parties de benzine avec deux de térébenthine de Venise et une demi-partie de cire blanche, auquel on ajoute assez de bitume asphalte pour donner une couleur brun foncé. On filtre plusieurs fois à travers de la mousseline très fine.

On verse sur la plaque une quantité suffisante de ce liquide, qui sèche rapidement. Mais la surface reste molle et collante, ce qui permet de la couvrir, à l'aide d'un pinceau, d'une couche uniforme de plom-

bagine bien fine. On la plonge ensuite dans une cuvette d'eau froide et, au bout d'environ une heure, on frotte légèrement avec une éponge très-douce qui enlève toutes les parties sur lesquelles la lumière n'a pas agi. On obtient donc un cliché négatif, qui peut servir ensuite à donner des épreuves positives.

Photographies d'étincelles. — Les méthodes que nous venons d'indiquer ont pour but de tirer des épreuves négatives ou positives d'un dessin ou d'un objet analogue en faisant agir la lumière sur un papier sensible à travers le modèle qu'on maintient exactement appliqué contre la surface de ce papier. Mais il est d'autres cas où il est inutile d'employer une chambre noire et où il est avantageux de faire agir directement la lumière sur la plaque sensible sans aucun appareil. Nous allons en donner quelques exemples.

Il est fort difficile de photographier l'étincelle ou l'effluve électrique au moyen des procédés ordinaires et l'on obtient des résultats très-imparfaits. Pour remédier à cet inconvénient, M. Ducretet a songé, il y a quelques années, à supprimer la chambre noire et à faire jaillir l'étincelle à une petite distance devant une plaque au gélatino-bromure, de façon à l'impressionner directement. Il a pu obtenir ainsi des résultats très satisfaisants, en se servant d'un appareil très-simple, formé d'une petite cage en verre rouge qui protège les glaces contre les radiations chimiques : ces glaces sont disposées à l'intérieur et des conducteurs de formes diverses permettent d'exciter l'étincelle dans leur voisinage.

Reproductions de médailles, etc. — Enfin, dans des expériences assez récentes, M. le docteur Boudet

de Pâris a obtenu des reproductions de dessins, de médailles et en général d'objets plats par plusieurs procédés analogues. Voulant photographier des étincelles de condensateurs, il excitait la décharge entre deux pièces de monnaie posées sur une plaque au gélatino-bromure et reliées aux deux armatures du condensateur étudié. Après avoir développé et fixé, il vit avec étonnement que la plaque reproduisait non seulement l'étincelle, mais aussi l'effigie des pièces.

Guidé par cette première expérience, et pensant que ce résultat était dû à la lumière de l'étincelle, il fit varier les conditions et opéra de plusieurs manières. Ainsi il disposa la plaque au gélatino-bromure sur une feuille d'étain et appliqua sur sa face sensible un cachet gravé : la plaque se trouvait donc entre deux surfaces métalliques et l'on avait par conséquent un véritable condensateur dont elle constituait la lame isolante. En chargeant à refus cet appareil à l'aide d'une petite machine de Voss et le déchargeant ensuite, on obtint une belle image du cachet. On eut au contraire des résultats différents en chargeant ce même condensateur à l'aide d'une pile. Lorsque le cachet était relié au pôle positif, mais dans ce cas seulement, il adhérait à la gélatine et y laissait son empreinte comme sur de la cire. Remarquons que ce dépôt de gélatine se fait en sens inverse des dépôts galvaniques.

Des images furent obtenues également sans le secours de l'électricité. Afin d'augmenter l'effet, la glace au gélatino-bromure était posée sur un miroir plan. Son côté sensible, tourné vers le haut, recevait l'objet à reproduire, et l'on recouvrait d'un car-

ton épais pour arrêter la lumière. Prenant le tout entre les doigts, on l'expose pendant quelques secondes à la lumière d'une lampe en inclinant dans tous les sens, et il ne reste qu'à développer et fixer. Le cliché peut servir à tirer des positifs sur papier par la méthode ordinaire. Il est donc possible quelquefois d'obtenir sans chambre noire de bonnes épreuves photographiques, et ces tentatives intéressantes mériteraient d'être continuées.

CHAPITRE XVII

LE TEMPS DE POSE

Importance du temps de pose. — Influence de la lumière et du sujet, de l'objectif et du diaphragme. — Calcul du temps de pose : méthode de M. Dorval. — Influence des substances sensibles. — Photomètres et actinomètres. — Actinomètres chimiques et électriques. — Actinomètres au chlorure d'argent. — Actinomètres à phosphorescence. — Radiomètre photographique. — Sensitomètres.

Importance du temps de pose. — Quelle doit être la durée de l'exposition dans la chambre noire pour que la plaque sensible soit impressionnée au degré voulu et que le cliché prenne exactement l'intensité nécessaire pour se prêter ensuite à un bon développement? C'est là un point auquel on ne saurait accorder trop d'attention, puisque le succès des opérations qui suivent dépend en grande partie de l'estimation exacte du temps de pose nécessaire.

Malgré l'importance de cette question, ou plutôt à cause même de son importance, nous l'avons laissée de côté jusqu'à présent et nous avons décrit les différent procédés photographiques sans parler de la durée de l'exposition, parce que nous avons jugé préférable de consacrer à cette opération un chapitre spécial.

Influence de la lumière et du sujet. — Il est évident que la durée de la pose dépend d'une foule de condi-

tions qui peuvent se résumer en deux facteurs principaux, la quantité de lumière reçue par la surface de la plaque et la sensibilité de la substance dont celle-ci est recouverte. Occupons-nous d'abord des premières conditions.

La quantité de lumière reçue par la glace dépend elle-même d'une foule de conditions dont les unes sont pour ainsi dire extérieures, telles que l'éclat du ciel, la saison, l'heure de la journée, et aussi la nature du sujet. Ainsi c'est de 11 heures à midi qu'on obtient la lumière la plus vive ; de 9 heures à 4 heures en été, et de 11 heures à 2 heures en hiver, on peut avoir ordinairement une bonne intensité : c'est ce qu'on appelle le plein du jour. Au contraire, après 6 heures du soir en été et 4 heures en hiver, l'éclairage devient insuffisant et la pose est si longue qu'il vaut mieux ne pas opérer dans ces conditions. D'ailleurs, à égalité d'éclairage, des sujets divers exigeront un temps de pose plus ou moins long suivant que leur nature et leur couleur leur permettent d'envoyer vers l'objectif des radiations plus ou moins actives. Ainsi les masses de verdure viendront moins vite que les monuments, et les sous-bois, ne laissant pénétrer que très imparfaitement la lumière du jour, se reproduiront encore plus lentement.

Influence de l'objectif et du diaphragme. — Enfin le temps de pose dépend également de conditions inhérentes à l'appareil employé, c'est-à-dire de la distance focale de l'objectif et du diamètre du diaphragme. Plus le diaphragme est large, plus la glace est éclairée et l'impression rapide : toutes choses égales d'ailleurs, la quantité de lumière qui entre dans la chambre est

proportionnelle à la surface, c'est-à-dire au carré du diamètre du diaphragme ; le temps de pose est donc inversement proportionnel à ce carré. De plus, l'appareil étant placé à une distance déterminée du modèle, la longueur de la chambre noire doit varier avec la distance focale de l'objectif et l'on doit, pour mettre au point, allonger d'autant plus le soufflet que cette distance est plus grande ; mais, à mesure qu'on éloigne la glace dépolie, l'image s'agrandit et devient moins brillante puisque la quantité de lumière qui pénétre dans l'appareil reste invariable ; le diamètre de l'image est à peu près proportionnel au foyer de l'objectif, et par suite le temps de pose est sensiblement proportionnel au carré de cette quantité.

Calcul du temps de pose : méthode de M. Dorval. — Les considérations que nous venons d'exposer montrent combien il est difficile de calculer la durée qu'on doit donner à la pose dans chaque cas particulier, à cause du grand nombre de conditions dont il faut tenir compte. Néanmoins différents expérimentateurs ont cherché des procédés qui permettent de faire ce calcul ; nous signalerons la méthode indiquée par M. Dorval, qui donne d'ordinaire une approximation bien suffisante pour la pratique.

Voici en quoi consiste cette méthode : on calcule d'abord ce que l'auteur appelle la *puissance photogénique* de son appareil, c'est-à-dire le nombre de secondes nécessaire pour photographier une grande vue panoramique en plein soleil. Au moyen de ce premier nombre, on obtiendra ensuite le temps de pose qui convient à chaque cas particulier en multipliant la puissance photogénique par un coefficient

qui dépendra à la fois de la nature du sujet et de l'intensité de l'éclairage.

Pour trouver la puissance photogénique, on mesure d'abord en millimètres le diamètre du diaphragme et le foyer de l'objectif. Cette dernière quantité s'obtient pour un objectif simple en prenant la distance du verre dépoli à la lentille après avoir mis au point un objet très éloigné ; s'il s'agit d'un objectif double ou triple, on prend la distance de la glace dépolie au diaphragme. Enfin, si l'on veut reproduire un objet très rapproché et surtout faire un agrandissement, l'image se forme à une distance beaucoup plus grande de la lentille : c'est cette nouvelle distance qu'il faut mesurer dans chaque cas après avoir fait la mise au point et substituer dans la formule à la distance précédente qui représentait le foyer principal.

Quand on a fait ces deux mesures, on divise le foyer par le diamètre de l'objectif, on élève au carré le quotient obtenu en le multipliant par lui-même, et l'on divise par 1000 le résultat. La puissance photogénique peut donc s'exprimer par la formule suivante :

$$A = \frac{1}{1000} \frac{f^2}{d^2}$$

en appelant f le foyer de l'objectif et d le diamètre du diaphragme. La valeur ainsi trouvée donne en secondes, comme nous l'avons indiqué plus haut, le temps de pose nécessaire pour une vue panoramique en plein soleil. Il est bon de conserver ce nombre ou de l'inscrire sur le diaphragme.

Enfin il suffit de multiplier la puissance photo-

génique par un nombre convenablement choisi dans le tableau suivant pour obtenir le temps de pose dans un cas quelconque.

NATURE DU SUJET	SOLEIL (plein du jour)	SOLEIL (matin et soir)	LUMIÈRE DIFFUSE (plein du jour)	LUMIÈRE DIFFUSE (matin et soir)	TEMPS gris et sombre
Grande vue panoramique.....	1	2	2	4	6
Grande vue avec masses de verdure.	2	4	4	8	12
Vue avec premiers plans. Monuments blancs.....	2	4	4	8	12
Vue avec premiers plans, avec verdures ou monuments sombres...	3	6	6	12	18
Sous bois, bords de rivières ombragés, excavations de rochers, etc.	10	20	25	40	60
Sujets animés, groupes ou portraits en plein air.....	4	8	12	24	40
Sujets animés, groupes ou portraits sous un abri ou très près d'une fenêtre.....	8	16	24	48	80
Reproductions ou agrandissements de photographies, gravures, etc.	6	12	12	24	50

Soit par exemple un objectif de 11 centimètres de foyer diaphragmé à 5 millimètres. On aura $\frac{110}{5} = 22$ dont le carré $22 \times 22 = 484$. Or $\frac{484}{1000} = 0{,}484$. D'où la puissance photogénique est 0, 484 sec., soit environ $\frac{1}{2}$ seconde. Il faudra donc poser 0,5 sec. une vue panoramique en plein soleil, 3 sec. la même vue par un temps gris et sombre, 10 secondes un sous-bois au soleil le matin ou le soir, etc.

Il faut remarquer encore que le tableau précédent ne s'applique pas aux reproductions d'intérieurs et aux épreuves prises dans un appartement, où l'éclairement, plus faible qu'au dehors ou dans un atelier spécial, peut du reste varier à l'infini. On pourra, dans ce cas, obtenir une mesure approchée en s'appuyant sur ce principe bien connu que la quantité de lumière reçue par une surface de grandeur invariable varie en raison inverse du carré de sa distance à la source lumineuse. On calculera au moyen du tableau le temps de pose qui serait nécessaire si l'objet à photographier se trouvait à un mètre de la fenêtre ou de l'ouverture qui l'éclaire ; s'il est à 3 mètres, il suffira de multiplier le résultat par le carré de 3, c'est-à-dire par 9.

Nous devons observer aussi que les temps de pose calculés au moyen de cette méthode exigent qu'on développe le cliché dans un temps assez rapproché; si le développement doit se faire seulement au bout de douze ou quinze jours, il est bon de doubler le résultat donné par le tableau. Dans les cas douteux, il est prudent de faire plusieurs clichés avec des temps de pose convenablement gradués, par exemple le temps indiqué par le tableau, un temps double et un temps moitié plus court.

Influence des substances sensibles. — Il faut évidemment, dans ce calcul, tenir compte de la nature de la substance sensible. Pour l'appliquer à un autre procédé, il faudrait changer la base des calculs, c'est-à-dire multiplier la puissance photogénique par un coefficient convenable qui dépendrait de la nature de ce procédé et représenterait en quelque sorte la sensibi-

lité des plaques dont on ferait usage. En général, les préparations les moins sensibles sont celles à l'albumine : ensuite viennent le papier sec, le collodion albuminé, le collodion sec, le collodion humide et enfin le gélatino-bromure d'argent qui est la substance la plus sensible.

Photomètres et actinomètres. — Au lieu d'employer le tableau donné par M. Dorval ou un autre procédé analogue et de calculer le temps de pose en tenant compte successivement des conditions multiples dont il dépend, on peut recourir à une méthode toute différente et chercher à déterminer ce temps dans chaque cas particulier au moyen d'une expérience préliminaire. C'est le but d'un certain nombre d'appareils désignés sous les noms d'actinomètres, d'actinoscopes, de photomètres, etc.

Remarquons d'ailleurs que le photographe n'a nul besoin de connaître l'intensité lumineuse, mais seulement le pouvoir actinique de la lumière ; le nom de photomètres ne convient donc pas à ces instruments. On a imaginé bien des méthodes pour résoudre cette importante question, mais on n'en a encore trouvé aucune qui donne des résultats parfaitement satisfaisants : d'ailleurs il faudrait avant tout posséder des unités commodes auxquelles on pût toujours rapporter les mesures.

Actinomètres chimiques et électriques. — Certains inventeurs, notamment MM. Niepce de Saint-Victor, Draper, Bunsen et Roscoë, Monckhoven, Warnerke, etc., ont cherché à apprécier la puissance photogénique de la lumière en la faisant agir pendant un temps convenu sur un composé qu'elle réduit, comme le

chlorure d'or, le nitrate d'urane, le perchlorure de fer, souvent en présence de l'acide oxalique qui est transformé en acide carbonique gazeux ; le volume du gaz dégagé ou le poids du métal réduit servent à mesurer l'action lumineuse.

D'autres, comme M. Ed. Becquerel, ont eu recours à l'électricité. M. Vidal a proposé aussi l'emploi d'un courant qui traverserait une couche de sélénium exposée à la lumière. Ce corps, voisin du soufre, est d'ordinaire mauvais conducteur ; mais, dans ces conditions, il laisse passer le courant d'autant plus facilement que la lumière est plus intense ; de là un procédé de mesure. Mais ces diverses méthodes nécessitent des opérations longues et délicates, elles peuvent convenir dans des recherches purement scientifiques, mais elles ne sauraient s'appliquer à la photographie pratique.

Actinomètres au chlorure d'argent. — Quoique reposant aussi sur une réaction chimique, ces instruments sont d'un emploi beaucoup plus simple que les précédents, parce qu'ils indiquent l'intensité lumineuse non plus par une opération plus ou moins difficile, mais par un simple changement de couleur. MM. Vidal, Monckhoven, Bunsen et Roscoë, Lamy, Woodbury, etc., ont utilisé cette méthode, que nous avons déjà signalée à propos du tirage des épreuves positives sur papier au charbon.

Le papier préparé au chlorure d'argent peut conserver assez longtemps sa sensibilité. Pour avoir des clichés également satisfaisants en se servant toujours d'un même appareil et de plaques sensibles identiques, il faut en somme faire agir chaque fois la même

quantité de lumière ; par conséquent un morceau de papier au chlorure d'argent placé à la lumière diffuse pendant toute la durée de la pose devra prendre dans chaque cas la même coloration. Il suffit donc d'avoir un morceau de papier de la teinte convenable et d'y pratiquer un trou rond ; on expose le papier au chlorure d'argent placé derrière ce petit appareil jusqu'à ce qu'il se confonde avec le papier témoin.

Il est évident que la coloration est variable avec la sensibilité des préparations employées, et même, si l'on fait usage de glaces sèches par exemple au gélatino-bromure, elle change d'une série de glaces à une autre. Il faut alors faire un essai préliminaire pour chaque série.

M. Woodbury a donné à ce petit appareil une forme très commode : c'est une boîte plate et ronde comme une montre ; elle est fermée par une glace qui laisse voir un cercle divisé en six secteurs présentant des colorations plus ou moins foncées et semblables à celles que prend le chlorure d'argent sous l'action plus ou moins prolongée de la lumière. Au centre est un trou rond dans lequel apparaît un papier au chlorure d'argent ; on arrête l'expérience quand ce papier a pris la teinte de celui des secteurs qui sert de témoin. Le papier sensible forme une bande qui s'enroule autour d'un petit tube, passe derrière la fenêtre centrale et sort par une ouverture latérale. Pour faire une autre expérience, on tire l'extrémité de la bande de manière à faire apparaître au centre une partie encore blanche.

Actinomètres à phosphorescence. — Certaines substances, après avoir été exposées à la lumière, paraissent lumineuses quand on les porte ensuite dans

l'obscurité; on dit qu'elles sont phosphorescentes. Les sulfures de baryum, de strontium, de calcium sont celles qui possèdent au plus haut degré cette propriété. Une exposition de quelques instants suffit pour produire la phosphorescence et elle est d'autant plus vive que la lumière était plus riche en rayons chimiques. M. Warnerke a construit un actinomètre (fig. 45) fondé sur cette propriété. C'est une boîte cylindrique dont le

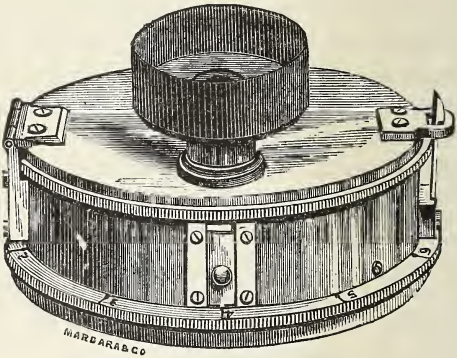


Fig. 45. — Actinomètre de Warnerke.

fond est garni d'une substance phosphorescente et recouvert d'une plaque percée vers le bord d'un trou rond d'environ 15 millim. de diamètre. Un second disque, qui peut tourner autour de son centre, porte une série d'orifices de même grandeur et qui peuvent par la rotation venir se superposer au premier. Un seul de ces orifices est libre; les autres sont recouverts de plaques dont l'opacité va en croissant jusqu'à la dernière dont la couleur verte ou rouge

éteint complètement la phosphorescence. Des chiffres tracés sur chaque plaque indiquent les degrés d'opacité. L'appareil est fermé par un couvercle à charnière portant une petite loupe à travers laquelle on peut regarder l'intérieur. Pour se servir de l'instrument, on ouvre le couvercle, on amène l'ouverture dépourvue de plaque sur le trou qui laisse voir la substance phosphorescente, et l'on expose en pleine lumière pendant quelques secondes. Puis on referme, on se place sous le voile noir et, au bout d'une minute, on fait passer successivement les plaques d'opacité croissante devant la petite surface phosphorescente, jusqu'à ce qu'on ne puisse plus lire le chiffre porté par l'une d'elles ; plus la phosphorescence est intense, plus on pourra faire de lectures. Mais il est évident que les résultats fournis par divers instruments semblables ne seront pas comparables entre eux, car les disques opaques ou les matières phosphorescentes ne seront pas nécessairement identiques ; il faut remarquer aussi que la phosphorescence décroît très vite, ce qui produira encore une source d'erreurs. Aussi les instruments fondés sur la coloration du chlorure d'argent nous paraissent-ils préférables.

Radiomètre photographique. — Citons enfin une dernière méthode actinométrique proposée assez récemment par M. L. Olivier et fondée sur l'emploi du radiomètre.

Ce petit instrument, imaginé par M. Crookes, se compose, comme on sait, d'un petit moulinet à quatre ailettes pouvant tourner autour d'un axe vertical et placé dans un petit ballon de verre qu'on a fermé à la

lampe après y avoir fait un vide presque complet (fig. 46). Les quatre ailettes sont noircies d'un seul et même côté. Placé à la lumière, le moulinet tourne d'autant plus vite que l'intensité est plus grande. On s'accorde généralement pour attribuer la rotation des ailettes à la présence d'une petite quantité d'air résiduel, mis en action par la différence de température des deux faces d'une même palette, les faces noircies s'échauffant davantage. On considère les molécules gazeuses, d'après la théorie de D. Bernouilli, comme animées sans cesse de mouvements rectilignes très rapides dans tous les sens, et produisant, par leurs chocs répétés, une pression sur les parois des vases qui les renferment. Les molécules qui rencontrent les faces noircies et échauffées en reçoivent une augmentation de vitesse : si le ballon est plein d'air, elles rencontrent bientôt d'autres molécules auxquelles elles cèdent une partie de cet excès de force vive; la pression se régularise de proche en proche et le moulinet reste immobile. Mais si l'air est très raréfié, les molécules qui ont frappé les faces noircies peuvent faire un long trajet sans en rencontrer d'autres, de sorte que la pression ne se régularise pas facilement, et les palettes reçoivent un mouvement de recul des

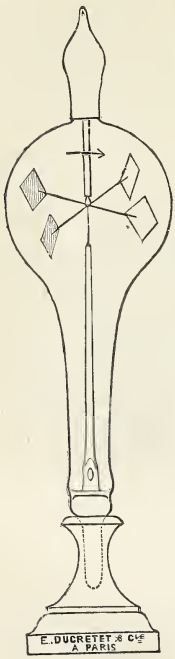


Fig. 46.—Radiomètre.

particules gazeuses qui prennent à leur contact un excès de température et de pression.

Le radiomètre destiné à la photographie doit avoir une de ses palettes peinte en rouge pour qu'on puisse la reconnaître facilement et porter autour de sa circonférence horizontale une division en degrés. On le place en avant de la chambre noire, et, dans une expérience préliminaire, on détermine le nombre de tours que fait le moulinet pendant le temps de pose qui donne un bon cliché. On note ce nombre et, chaque fois qu'on veut opérer dans des conditions identiques, on observe l'instrument et l'on ferme l'objectif lorsque le moulinet a fait le même nombre de tours, sans se préoccuper de connaître le temps qui s'est écoulé.

Ce procédé présente des avantages incontestables, puisqu'il dispense le photographe de tenir compte de l'état du ciel et de l'éclairement du sujet, mais le nombre de tours, qui dépend évidemment des constantes de l'appareil, c'est-à-dire de sa distance focale et du diamètre du diaphragme, doit en outre varier avec la nature du modèle, et il sera nécessaire d'en tenir compte, par exemple comme nous l'avons indiqué ci-dessus pour le procédé de M. Dorval. Cette méthode convient donc surtout pour opérer dans des conditions invariables, par exemple pour reproduire une série de dessins de même format.

Remarquons aussi que ce sont surtout les rayons rouges et jaunes qui agissent sur le radiomètre, tandis que les rayons chimiques, les seuls dont l'intensité soit utile à connaître pour le photographe, n'ont que peu d'influence sur ce petit appareil, ce qui diminue

beaucoup la sensibilité de cette méthode. De plus la sensibilité doit diminuer aussi avec l'intensité de la lumière. On peut, dans certains cas, augmenter la précision en entourant le radiomètre d'écrans qui ne laissent arriver sur le moulinet que des radiations chimiques, par exemple une solution d'alun et une solution ammoniacale de sulfate de cuivre ; mais ordinairement cette précaution n'est pas nécessaire. On voit par cette revue des différentes sortes d'actinomètres que, s'ils peuvent rendre des services dans la recherche des temps de pose, il n'en existe actuellement aucun qui puisse donner une solution complète de cet important problème.

Sensitomètres. — Les méthodes qui servent à calculer le temps de pose et les instruments qui permettent de le mesurer ne tiennent pas compte des variations de sensibilité qu'on peut rencontrer même dans des

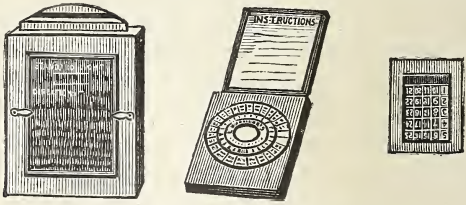


Fig. 47. — Sensitomètre de Warnerke.

plaques d'origine identique. On peut chercher à apprécier séparément cette sensibilité et l'introduire dans le calcul du temps de pose, comme nous l'avons dit plus haut.

M. Warnerke a encore appliqué à cette détermination les propriétés des substances phosphorescentes.

Une plaque phosphorescente (fig. 47) est soumise pendant quelques instants à la lumière du magnésium, puis on la fait agir pendant trente secondes sur la glace sensible à travers une lame divisée en vingt-cinq cases d'opacité croissante. Le développement indique jusqu'à quelle case l'action s'est fait sentir et fait connaître ainsi la sensibilité de la glace essayée.

CHAPITRE XVIII

LES OBTURATEURS

But des obturateurs. — Obturateurs à guillotine. — Conditions de grandeur et de position que doit remplir un bon obturateur. — Obturateur Londe-Dessoudeix. — Obturateur Thury et Amey. — Obturateurs à volets : système Guerry. — Obturateur Laverne. — Obturateur chronométrique de Boca. — Mesure de la vitesse des obturateurs. — Méthode graphique. — Méthodes optiques : appareil de M. Vidal. — Expériences de M. Londe.

But des obturateurs. — La découverte du procédé au gélatino-bromure, presque universellement adopté aujourd'hui, et dont la prodigieuse rapidité permet de photographier facilement des objets animés d'une très grande vitesse, a forcé les inventeurs à perfectionner les appareils déjà existants et à imaginer une disposition qui permît de réduire suffisamment le temps de pose. Il est impossible en effet, dans ce procédé, d'ouvrir et de refermer l'objectif à la main comme on le faisait autrefois pour la photographie sur collodion, et l'on ne saurait, de cette manière, opérer assez rapidement. Il est donc nécessaire d'adapter à la chambre noire un petit appareil spécial qu'on nomme obturateur et qui est destiné à démasquer l'objectif seulement pendant le très petit intervalle de temps nécessaire pour impressionner la plaque.

Bien que la création des obturateurs remonte seulement à quelques années, il en existe déjà un nombre considérable. Nous ne pouvons donc les décrire tous, et d'ailleurs il en est beaucoup qui, ne satisfaisant que d'une manière très incomplète aux conditions qu'ils doivent remplir, n'ont eu pour ainsi dire qu'une existence éphémère. Nous décrirons seulement les modèles les plus intéressants et les plus employés, de manière à indiquer surtout les principales solutions différentes qui ont été fournies pour cette importante question. Mais il importe d'abord de faire connaître les qualités essentielles que doit offrir un bon obturateur. Nous allons donc commencer par les indiquer en prenant pour type l'obturateur à guillotine, qui est le plus simple de tous et qui, à cause de cela, a été étudié avec soin par M. Londe et par M. Ad. Martin.

Obturateur à guillotine. — Cet obturateur est formé d'une plaque métallique percée d'un trou rectangulaire qui tombe verticalement devant la chambre noire, soit en avant de l'objectif, soit plutôt entre les deux verres. En pressant une poire de caoutchouc, l'air comprimé agit sur un mécanisme qui fait tomber la guillotine et la lumière impressionne la plaque sensible pendant le temps que l'orifice passe devant l'objectif. La fig. 48 représente une trousse d'objectifs formée de quatre verres qui permettent d'obtenir par leurs diverses combinaisons six foyers différents ; cette trousse est munie également d'un obturateur à guillotine centrale, semblable à celui que nous venons de décrire.

Grandeur et position de l'obturateur. — L'appareil précédent se fait surtout remarquer par sa

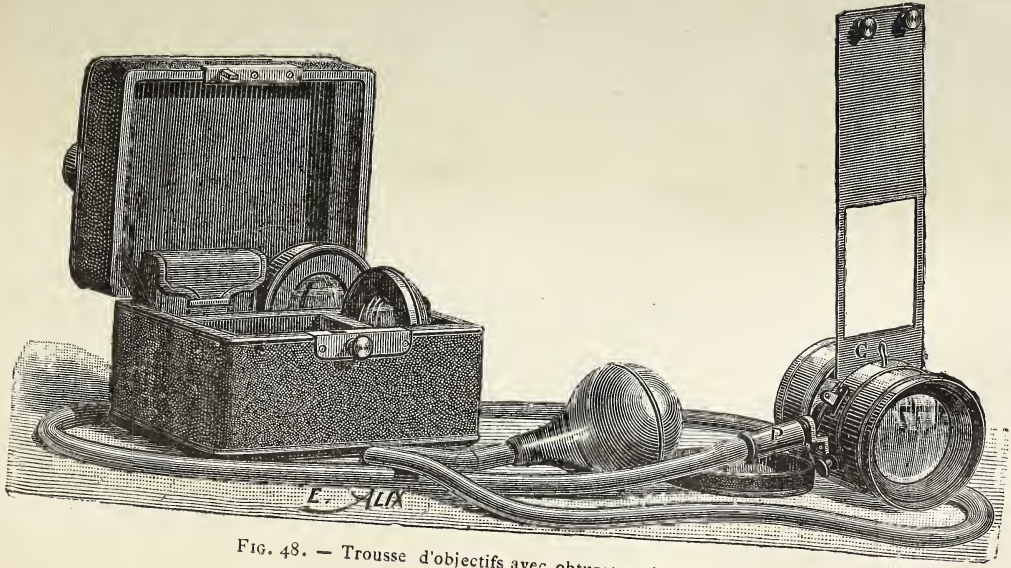


Fig. 48. — Trousse d'objectifs avec obturateur à guillotine.

simplicité ; mais remplit-il les conditions nécessaires pour donner une bonne épreuve ? C'est ce que nous allons examiner maintenant.

Il est d'abord évident qu'il y aurait avantage à démasquer d'un seul coup toute la surface de l'objectif, de manière à éclairer tout de suite complètement toutes les parties de l'image ; puis, après un temps suffisant, on devrait recouvrir à la fois tout l'objectif. Il faut en effet, comme nous le verrons un peu plus loin, que la lumière possède au moins une certaine intensité pour impressionner la plaque sensible;

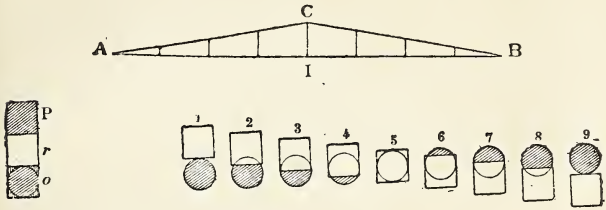


Fig. 49. — Diverses positions de l'obturateur à guillotine pendant sa chute.

au-dessous de ce minimum elle n'agit pas. Il est facile d'arriver à ce résultat quand on ouvre et qu'on referme à la main ; mais lorsque la nécessité d'opérer rapidement force à employer un obturateur, les choses ne se passent plus de même ; il faut sacrifier une partie de la pose pour l'ouverture et la fermeture ; on doit donc chercher à augmenter le plus possible le temps utile, c'est-à-dire celui pendant lequel la lumière agit à pleine ouverture.

Pour cela il faut, comme l'a indiqué M. Londe, avoir recours à une grande ouverture. Supposons en

effet que l'orifice d'un obturateur à guillotine ait seulement le même diamètre que l'objectif (fig. 49) et que cet obturateur soit placé en avant des lentilles.

Pendant sa chute, la surface des verres se trouvera démasquée peu à peu, en commençant par le haut ; mais, dès qu'elle sera complètement découverte, l'appareil, continuant à descendre, commencera à masquer la partie supérieure. C'est ce que montre la

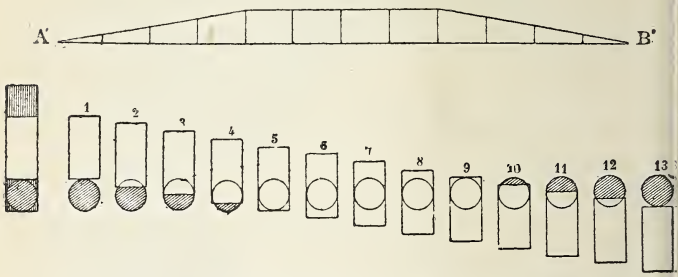


Fig. 50. — Positions de l'obturateur avec une ouverture de hauteur double.

figure, qui représente les diverses positions de l'obturateur devant l'objectif pendant sa chute. La lumière n'agira donc à pleine ouverture que pendant un instant extrêmement court, qui correspond à la figure du milieu. Le temps utile est à peu près nul, tandis que les périodes d'ouverture et de fermeture absorbent toute la pose. Il est évident que le résultat sera encore plus mauvais si l'on donne à l'orifice un diamètre plus petit que celui des lentilles, car on n'utilisera à aucun moment la surface entière de celles-ci.

On aura au contraire un effet beaucoup meilleur

si l'on donne à l'ouverture un plus grand diamètre dans le sens vertical, par exemple une hauteur double du diamètre de l'objectif. La fig. 50 montre en effet que, dans ce cas, la surface des lentilles sera complètement découverte pendant un temps notable, et le rapport du temps utile au temps total de pose se trouve considérablement augmenté. On voit donc qu'il y a avantage à agrandir l'ouverture dans le sens du mouvement. Mais il faut en même temps accélérer la vitesse, pour que le temps de pose ne soit pas trop grand.

La position occupée par l'obturateur doit être également déterminée avec soin, car elle présente aussi une grande importance. M. Ad. Martin a montré qu'il doit être disposé le plus près possible du diaphragme, par conséquent entre les deux lentilles, s'il s'agit d'un objectif composé. Nous savons, en effet, qu'on n'utilise d'ordinaire que la partie centrale des lentilles : pour chaque point d'un objet AB, situé devant l'appareil, le diaphragme ne laisse pénétrer dans la chambre qu'un petit faisceau de lumière qui va former l'image de ce point sur la plaque sensible. Mais, comme le montre la fig. 51, ces faisceaux n'ont qu'une petite largeur, et ceux qui partent de deux points un peu éloignés, tels que A et B, ne se mélangent que dans le voisinage même du diaphragme D*d*. Il y aura donc avantage à placer l'obturateur près de ce diaphragme, parce que son ouverture laissera alors passer à tout moment une partie de tous les faisceaux et tous les points de l'objet poseront en même temps. Cette position permettra aussi de diminuer l'ouverture pour un même temps de pose, puisqu'on aura alors

à considérer le diamètre du diaphragme au lieu de celui des lentilles qui est plus grand.

Si l'on place la guillotine assez loin du diaphragme, elle coupera successivement les différents faisceaux lumineux, et les diverses parties de la plaque ne s'impressionneront pas simultanément; ce sont là de mauvaises conditions, car si certains points du sujet éprouvent pendant la pose un déplacement sensible, l'image sera nécessairement déformée. Ainsi, si B est

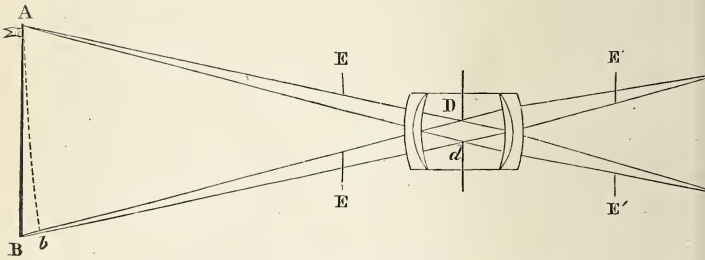


Fig. 51. — Position de l'obturateur.

venu en *b*, son image se formera en *b'* et non en B', et l'image de la droite AB sera une ligne courbe A*b'*. Il est vrai que ce déplacement sera encore désavantageux lorque la guillotine est près du diaphragme, car il produira alors un manque de netteté pour tous les points qui l'auront subi. Mais, si l'obturateur est loin du diaphragme, comme il tombe avec un mouvement accéléré, la durée de la pose ne sera pas la même pour tous les points; c'est encore un inconvénient, et il devient plus grave si l'appareil est en avant de l'objectif, car, dans ce cas, le paysage et le terrain se trouveront découverts après le ciel, au

moment où la vitesse sera devenue plus grande ; ils poseront donc moins longtemps, ce qui est mauvais, puisqu'ils sont moins éclairés.

En résumé, nous voyons que l'obturateur doit être placé le plus près possible du diaphragme, présenter une ouverture ayant un grand diamètre dans le sens du mouvement et posséder une grande vitesse. Il est évident qu'il devra permettre aussi d'opérer avec plusieurs vitesses différentes pour faire varier le temps de pose suivant les besoins. On peut obtenir ce résultat pour l'obturateur à guillotine en déterminant la chute par l'action de la pesanteur ou par celle d'un ressort tendu plus ou moins fortement.

Obturateur Londe-Dessoudeix. — En s'appuyant sur les principes que nous venons d'indiquer, M. Londe a fait construire un obturateur qui donne de très bons résultats. A la place de la guillotine, il a adopté de préférence un disque percé d'une large ouverture en forme de secteur. Ce disque est mis en mouvement non par la pesanteur, mais par un ressort que commande un déclanchement pneumatique.

Dans le modèle que nous représentons (fig. 52), qui est le plus récent et le meilleur, puisqu'il peut se placer entre les verres de l'objectif, le mécanisme est renfermé dans une petite boîte plate. Le ressort peut être tendu plus ou moins à l'aide d'une manette qu'on peut faire tourner sur un demi-cercle muni de sept arrêts placé au bas de la figure. Cette disposition permet d'obtenir sept vitesses différentes et de reproduire à volonté un temps de pose donné. Une seconde manette, qu'on voit au-dessus de la première, sert à armer l'obturateur pour le départ. Enfin une aiguille, placée

à droite de la figure, sert à maintenir l'appareil immobile pendant la mise au point et à permettre d'obtenir à volonté des vues instantanées ou posées. Dans ce dernier cas, l'objectif reste démasqué tant qu'on presse dans la main la poire de caoutchouc.

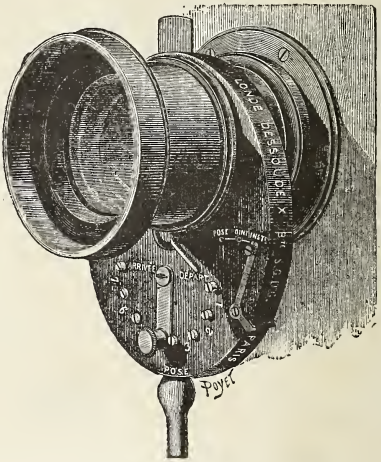


Fig. 52.— Obturateur Londe (Dessoudeix).

Obturateur Thury et Amey. — L'obturateur pneumatique de MM. Thury et Amey (fig. 53) repose sur un principe analogue. Il se place entre les deux verres des objectifs composés, au point de croisement des rayons lumineux. Il est formé de deux lames métalliques, percées chacune d'une ouverture circulaire et marchant simultanément en sens inverse. De cette manière, l'ouverture et la fermeture se font par le centre, et l'on profite de toute l'intensité de la lumière

pendant tout le temps que dure la pose. L'appareil se déclanche pneumatiquement au moyen d'une poire qui n'est pas indiquée sur la figure. Le temps de pose minimum est de $\frac{1}{250}$ de seconde, mais au moyen d'un

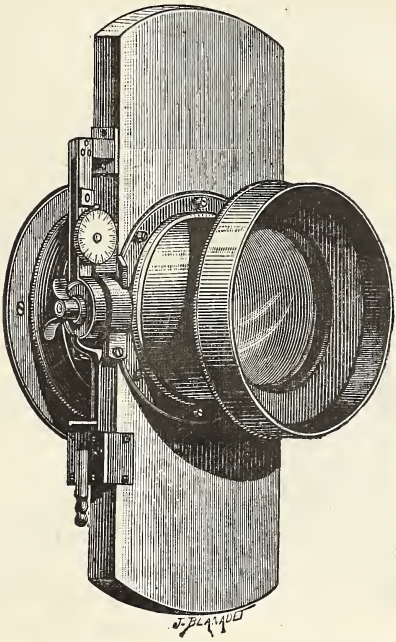


Fig. 53. — Obturateur Thury et Amey (Derogy).

frein on peut ralentir le mouvement des lames et faire varier ce temps jusqu'à deux secondes environ.

Obturateurs à volets. — Certains inventeurs ont adopté l'emploi d'un ou plusieurs volets qui se déplacent en tournant pour découvrir l'objectif.

Obturateurs Guerry. — L'obturateur pneumatique à simple volet de M. Guerry est un des plus anciens, car il date de 1879. Il est formé d'un petit cadre carré qu'on place soit en avant de l'objectif, soit en arrière et à l'intérieur de la chambre. Cette dernière disposition a l'avantage de soustraire le volet à l'action du vent si l'on opère en plein air et de permettre pour le portrait d'opérer sans que le modèle s'en aperçoive. Ce petit cadre est fermé du côté libre par un volet qui peut tourner autour de son bord supérieur (fig. 54)

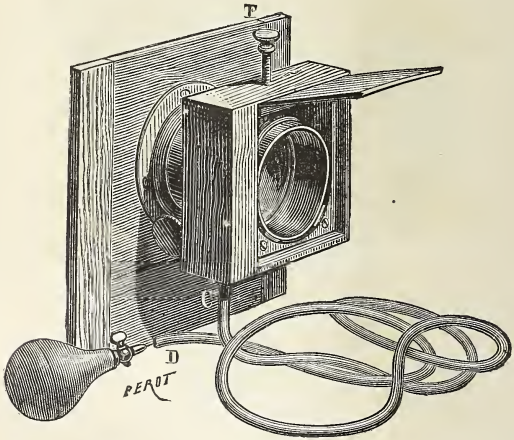


Fig. 54. — Obturateur Guerry placé en avant de l'objectif (Derogy).

et qui est d'abord rabattu de façon à masquer complètement l'objectif. Quand on on veut poser, on presse une poire en caoutchouc qui est reliée à l'appareil par un tuyau de même substance, ou on la frappe d'un coup de poing si l'on veut obtenir plus de rapi-

dité. L'air comprimé agit sur un mécanisme qui soulève le volet, puis le laisse retomber quand on cesse d'exercer la pression. La poire est munie d'un robinet pour maintenir le volet relevé pendant la mise au point et l'arrangement de la pose. Remarquons que si l'on place cet obturateur dans l'intérieur de la

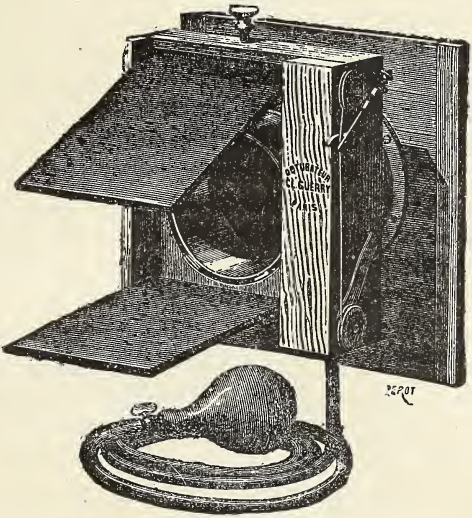


Fig. 55. — Obturateur Guerry, à double volet (Derogy).

chambre noire, il est bon de le retourner, car il coupe le faisceau lumineux après qu'il a été lui-même renversé par son passage à travers l'objectif, et, si on le laissait dans la position ordinaire, la partie inférieure du volet s'ouvrant la première et se refermant la dernière, le ciel poserait plus longtemps que les premiers plans, ce qui serait une condition très défavorable.

Le même inventeur a imaginé aussi un obturateur analogue mais muni de deux volets, ce qui permet trois combinaisons (fig. 55). Les deux volets peuvent tourner en restant parallèles : le volet supérieur, d'abord abaissé sur l'objectif, se relève en le démasquant peu à peu; le volet inférieur, d'abord suspendu verticalement au-dessous de l'objectif, tourne en même temps que le premier et vient s'appliquer sur la surface de la lentille pour la fermer. On obtient ainsi une grande rapidité avec une intensité lumineuse égale sur toute la surface de la plaque, mais les différents points du sujet ne posent pas en même temps.

Une seconde combinaison permet de poser les premiers plans beaucoup plus longtemps que les ciels, et de conserver des effets de nuages qui sont souvent détruits par un excès de pose. Pour cela, les deux volets décrivent d'abord ensemble et parallèment un arc d'environ 45°; à ce moment, les premiers plans ont posé, le volet supérieur arrive aux lointains et va démasquer le ciel; c'est la position représentée par la figure. Alors, une tige à fourchette placée sur la poulie supérieure, faisant excentrique, s'empare de la corde et accélère la vitesse du volet inférieur en proportion de la longueur de la tige mobile à fourchette; ce volet tourne alors plus vite que l'autre et vient fermer l'objectif, tandis que celui du haut, à demi ouvert, a préservé le ciel.

Enfin pour les groupes, les portraits, les vues peu photogéniques, les temps sombres, il convient de transformer l'appareil en obturateur à simple volet : il suffit de laisser échapper la corde de la gorge de la

poulie inférieure, le volet inférieur retombe et celui du haut fonctionne seul. Malgré l'ingénieuse disposition de ces appareils, ils présentent encore quelques inconvénients; outre ceux que nous avons signalés en

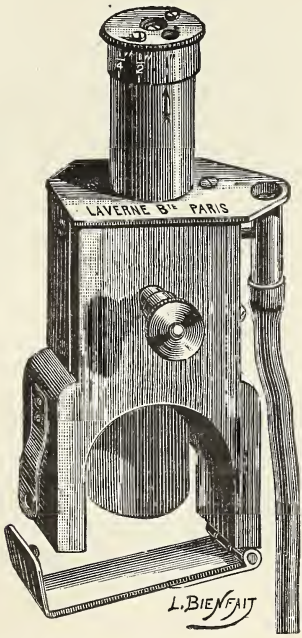


Fig. 56. — Obturateur Laverne (Laverne).

passant, on voit qu'ils ne peuvent pas être placés près du diaphragme, et que la durée de la pose ne peut pas être déterminée avec précision.

Obturateur Laverne. — A côté des obturateurs à volet tournant, nous pouvons placer le petit appareil

récemment imaginé par M. Laverne (fig. 56) et qui paraît donner de bons résultats ; il est formé d'une lame métallique qui s'élève pour découvrir l'objectif, puis redescend ensuite. Sa forme permet de l'introduire dans la fente du diaphragme ; sa monture entoure alors le tube de l'objectif. Il a en outre l'avantage de pouvoir donner des temps de pose gradués jusqu'à deux secondes : pour cela on règle la durée au moyen du bouton supérieur. Le mécanisme est mis en mouvement comme dans les précédents appareils par un déclanchement pneumatique.

Obturateur chronométrique. — L'obturateur chronométrique de M. P. Boca est formé de deux volets dont l'un produit l'ouverture et l'autre la fermeture de l'objectif (fig. 57 et 58). Il permet un temps de pose de zéro à cinq secondes, qu'on peut faire varier par cinquantièmes de seconde et régler automatiquement ; l'obturation se produit entre l'objectif et la chambre noire et l'appareil doit être intercalé entre ces deux pièces. Il se compose essentiellement de deux volets dont le premier A s'abaisse instantanément pour démasquer l'objectif au moment même du déclanchement, et le second B se relève brusquement pour le fermer lorsque la pose est terminée. Ces deux volets sont fixés sur les axes des bras G et F (fig. 57) et leur mouvement est déterminé par l'action de ressorts à boudin énergiques. L'ouverture se faisant de haut en bas et la fermeture de bas en haut, le tout en arrière de l'objectif, il en résulte que les premiers plans sont découverts les premiers et masqués les derniers, et subissent par conséquent la pose la plus longue.

Voici maintenant comment fonctionne l'appareil :

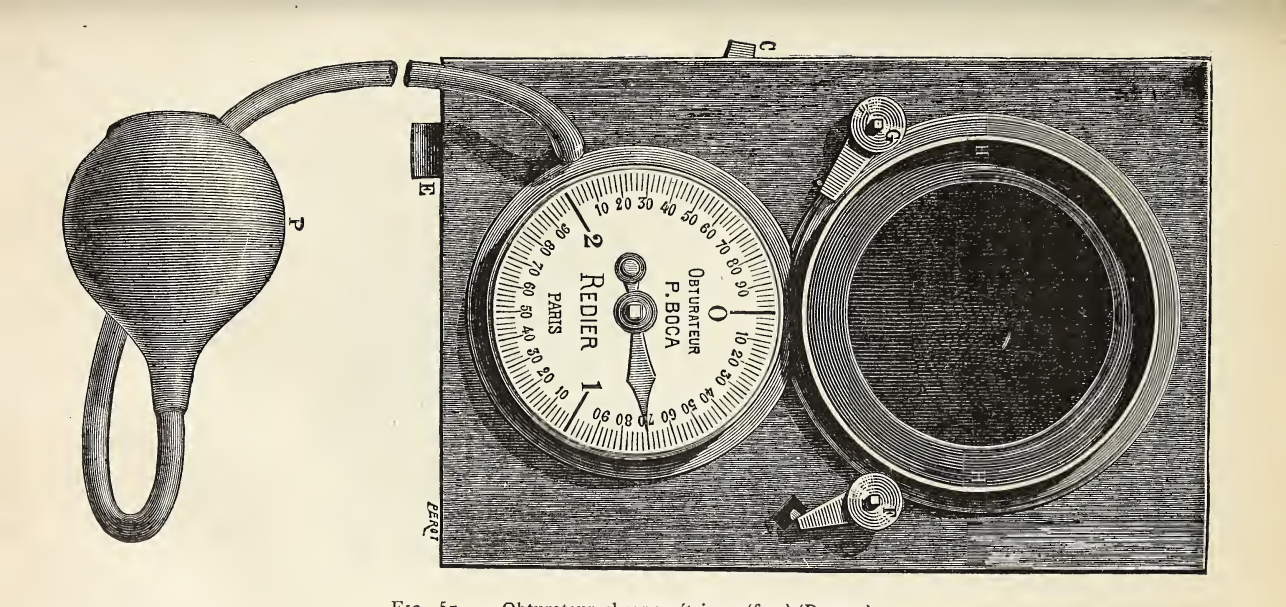


Fig. 57. — Obturateur chronométrique (face) (Derogy).

Après avoir décidé quelle sera la durée de la pose, on

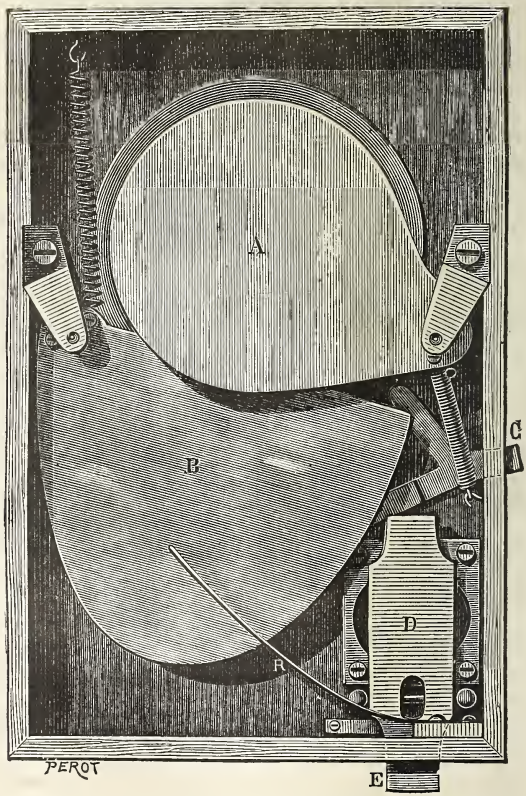


Fig. 58. — Obturateur chronométrique (intérieur) (Derogy).

arrête le chronomètre en poussant vers le haut la cheville sur laquelle s'appuie le bras d'ouverture G, et

l'on accroche le volet A en mettant le bras G dans la position où il est représenté (fig. 57). Puis l'on tourne l'aiguille vers la droite jusqu'au chiffre qui indique le temps de pose choisi, et l'on ramène vers la droite le bras F pour accrocher le volet de fermeture B. Au moment voulu, on presse la poire en caoutchouc pour produire le déclanchement, l'air comprimé soulève la soupape D, fait tomber le volet d'ouverture. dont la chute est amortie par le ressort R, et met en marche l'aiguille chronométrique qui revient vers le zéro en décrivant en sens contraire le chemin qu'on lui a fait faire pour l'armer. Arrivée au zéro, l'aiguille dégage le volet B qui ferme instantanément l'objectif, et la pose est terminée sans que l'opérateur ait eu la peine de s'en préoccuper.

L'aiguille fait un tour entier en trois secondes, mais comme on peut lui faire faire un tour et deux tiers, on peut avoir une marche totale de cinq secondes. On peut aussi construire le chronomètre pour marcher pendant un temps plus long, mais il faut remarquer qu'on augmente en même temps la valeur de la fraction minima de seconde dont on peut disposer. Ainsi, avec un modèle disposé pour marcher jusqu'à vingt secondes, le minimum serait seulement d'un dixième de seconde.

Mesure de la vitesse des obturateurs. — On voit qu'il existe actuellement bien des modèles d'obturateurs et que l'ingéniosité des inventeurs a trouvé de nombreux moyens pour ne faire agir la lumière sur les plaques sensibles que pendant un temps extrêmement court. Nous avons donné pour quelques modèles la valeur de leur vitesse d'après les indications des

constructeurs. Elle est considérable et l'on peut se demander comment on est parvenu à mesurer exactement des intervalles aussi petits; nous croyons intéressant de faire connaître quelques-unes des méthodes, d'ailleurs assez nombreuses, qui sont employées à cet usage.

Méthode graphique. — On peut mesurer la vitesse des obturateurs au moyen d'une méthode graphique qui indiquera exactement le temps écoulé entre l'ouverture et la fermeture de l'appareil. Tout le monde sait quelle précision peut acquérir aujourd'hui ce genre de déterminations et quels services importants il a rendus depuis un certain nombre d'années à la physique et à la physiologie. Il semble donc au premier abord que cette méthode doit donner ici encore d'excellents résultats, et, en effet, il en serait ainsi s'il suffisait de mesurer exactement le temps pendant lequel l'objectif est démasqué, et si le temps d'action de la lumière était précisément le même. Mais nous verrons bientôt qu'il n'en est rien et que le temps d'ouverture de l'obturateur, mesuré avec une grande précision par les procédés graphiques, est en réalité supérieur au temps de pose réel et par conséquent n'est pas celui qu'il est utile de déterminer.

Aussi nous indiquerons seulement le principe de ces méthodes sans entrer dans aucun détail. S'il s'agit par exemple d'un obturateur à guillotine, on pourra noircir une partie de la lame métallique en l'exposant à une flamme fumeuse ou fixer sur cette lame une plaque de verre noircie par le même procédé, et l'on disposera devant l'appareil un diapason portant une pointe à l'extrémité d'une de ses branches et pouvant

faire par seconde un nombre de vibrations connu, soit mille par exemple. Comme ces oscillations sont isochrones, chacune d'elles dure un millième de seconde, et, si l'on peut constater qu'il s'en produit par exemple quinze pendant la période d'ouverture, on pourra affirmer que l'objectif est démasqué pendant quinze millièmes de seconde. Or, si le diapason vibre horizontalement, la pointe qu'il porte tracera sur la plaque noircie, tant qu'elle restera immobile, une petite ligne horizontale, qui se changera, pendant la descente de la guillotine, en une courbe sinueuse appelée sinusoïde : chacun des sommets de cette courbe correspond à une vibration et il suffit par conséquent de compter les sommets pour connaître, en millièmes de seconde, le temps d'ouverture de l'obturateur. Une disposition analogue pourra être adaptée aux autres modèles d'obturateurs. On pourrait se servir également d'enregistreurs électriques.

Méthodes optiques : appareil de M. Vidal. — D'autres méthodes, fondées sur un principe tout différent, donnent des mesures purement optiques et indiquent le temps pendant lequel la lumière agit sur la plaque sans chercher si cette action s'exerce pendant toute la durée d'ouverture de l'objectif. Elles consistent généralement à photographier un objet brillant animé d'un mouvement connu, de sorte qu'en mesurant la longueur de la trace noire produite sur le cliché on puisse en déduire le temps de pose.

Parmi ces méthodes optiques, l'une des plus simples est certainement la suivante, imaginée par M. Léon Vidal, et qui consiste à photographier une aiguille brillante animée d'un mouvement de rotation uniforme

dont la vitesse est connue. L'appareil se compose d'un fort mécanisme d'horlogerie avec régulateur centrifuge qui commande une aiguille ronde très brillante et lui fait faire exactement un tour par seconde. Cette aiguille se meut devant un cadran noir auquel il est commode de donner un diamètre de trente-deux centimètres et par suite une circonférence d'un mètre. Des traits blancs divisent cette circonférence en mille parties égales ayant chacune un millimètre de longueur et la pointe de l'aiguille, qui parcourt un mètre en une seconde, décrit chaque division en un millième de seconde. Si l'on photographie cet instrument placé en plein soleil, les deux extrémités de l'aiguille brillante produiront sur le cliché un double secteur noir dont la largeur mesurera exactement le temps de pose. Ainsi, si le double secteur recouvre quatre-vingt-dix divisions à chaque extrémité, c'est que la plaque a subi l'action de la lumière pendant quatre-vingt-dix millièmes de seconde. La fig. 59 représente l'épreuve positive obtenue avec un obturateur donnant ce temps de pose de quatre-vingt-dix millièmes ou neuf centièmes de seconde.

Cette méthode a l'avantage d'être très commode et de ne demander aucun calcul. Mais, comme la plupart des méthodes optiques, elle a l'inconvénient d'exiger une très belle lumière. De plus il est indispensable que le mouvement de l'aiguille soit parfaitement uniforme et que la durée d'une rotation entière soit très exactement connue. On peut vérifier cette durée en mesurant, par comparaison avec un très bon chronomètre, le temps employé par l'aiguille pour faire dix ou vingt tours successifs, et divisant ce temps par dix

ou vingt. Enfin, pour remédier au défaut d'uniformité de la rotation, on peut faire plusieurs expériences et prendre la moyenne des résultats, qui devront être du reste très peu différents.

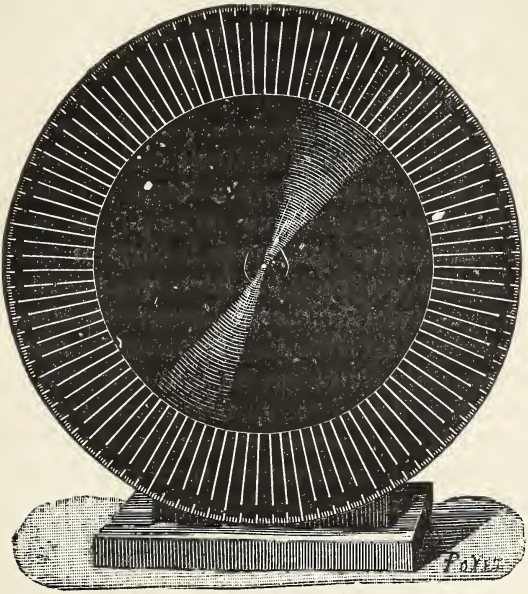


Fig. 59. — Appareil Vidal pour mesurer la vitesse des obturateurs (Derogy).

Un autre procédé analogue consite à photographier une boule brillante qui tombe librement. Très simple en principe, ce procédé exige en réalité des calculs assez compliqués. L'objectif n'étant pas en général à égale distance de la boule et de la plaque sensible, la

trace noire laissée sur le cliché n'est pas égale à la longueur parcourue par la boule pendant la pose. Lorsqu'on aura calculé cette longueur, ce qui est assez délicat, il faudra encore, pour avoir le temps de pose, déterminer la vitesse que possédait la boule lorsqu'elle a commencé à impressionner la plaque. Outre l'ennui de tous ces calculs, on commet nécessairement de petites erreurs qui peuvent, en s'accumulant, ôter toute précision au résultat.

Expériences de M. Londe. — M. Londe a proposé récemment une nouvelle méthode optique destinée à éviter les inconvénients des précédentes : la glace sensibilisée est placée dans un cadre mobile qui peut glisser verticalement au fond de la chambre noire ; le point lumineux est porté par l'une des branches d'un diapason vertical faisant exactement mille vibrations par seconde ; il est constitué par un petit orifice pratiqué dans un petit disque de métal garni de papier translucide, et éclairé par un faisceau de lumière électrique. Si l'on fait vibrer le diapason, le point lumineux suivra son mouvement, et, si l'on démasquait l'objectif en laissant la glace immobile, l'image obtenue serait formée par un petit trait horizontal. Si, au contraire, la lumière agit pendant que la glace est animée d'un mouvement vertical, on trouvera en développant le cliché une ligne noire ayant la forme d'une sinusoïde : le diapason faisant une vibration par millième de seconde, le nombre des sommets de la courbe donnera le temps de pose en millièmes de seconde. Il est bon de n'ouvrir l'obturateur qu'au moment où la plaque a déjà acquis une certaine vitesse, de façon que les sommets soient assez écartés et qu'on puisse les comp-

ter facilement. Dans ce but, l'observateur détermine la chute de la glace en pressant une poire en caoutchouc ; lorsque le cadre mobile est tombé d'une hauteur telle qu'il ait acquis une vitesse suffisante, il rencontre un cliquet qu'il fait basculer et agit ainsi sur un petit appareil à air comprimé qui commande l'obturateur. Celui-ci démasque donc l'objectif automatiquement au moment convenable. On voit apparaître pendant un instant sur la glace une ligne brillante et l'expérience est terminée.

Telle que son auteur l'a employée, cette méthode présente certainement une grande précision et un caractère vraiment scientifique. Elle a cependant, comme les autres méthodes optiques, l'inconvénient d'exiger une vive lumière, et, de plus, elle nécessite un diapason dont la vitesse de vibration soit parfaitement connue, c'est-à-dire un instrument de précision que tous les photographes ne peuvent avoir entre les mains ; elle n'est donc pas à la portée de tous.

Néanmoins elle a permis à son auteur d'obtenir des résultats très remarquables. Ainsi, en joignant au cadre mobile qui porte la glace une plaque de verre enfumé sur laquelle un chronographe électrique inscrit par un trait horizontal l'instant exact de l'ouverture et de la fermeture de l'obturateur, il a pu constater que la lumière n'agit pas utilement sur la glace sensible pendant tout le temps que l'objectif est démasqué. L'intensité lumineuse augmente d'abord à mesure qu'on découvre plus complètement la surface des lentilles, et, avec les substances actuellement connues, la plaque n'est impressionnée que lorsque cette intensité a atteint une certaine valeur. De plus.

la sinusoïde tracée sur le cliché n'a pas partout la même épaisseur ; le trait, d'abord très fin, va en s'accentuant, ce qui montre que l'action lumineuse va d'abord en croissant pendant quelques instants avant de devenir constante. Les phénomènes inverses s'observent à la fin de la pose.

Il résulte de là que la plaque n'est pas impressionnée pendant tout le temps que l'objectif est découvert. On doit donc entendre par temps de pose non le temps pendant lequel l'obturateur est ouvert, mais la durée de l'action lumineuse, qui est plus petite, et par conséquent les méthodes graphiques, malgré leur précision habituelle, donnent ici des mesures trop fortes et doivent être complètement abandonnées. Mais ce n'est pas tout : puisque la lumière doit posséder une certaine intensité pour agir, il est clair que, la lentille étant démasquée, la plaque commencera à être impressionnée d'autant plus vite que le sujet sera plus éclairé ; en un mot, le temps de pose réel, avec un même obturateur et par suite pour une même durée d'ouverture, dépendra de l'intensité lumineuse et augmentera avec elle.

En somme, il est impossible de mesurer la vitesse d'un obturateur, puisque cette vitesse est variable avec la nature et l'éclairement du modèle ; mais on peut facilement, et c'est ce qui importe dans la pratique, comparer les vitesses relatives des différents obturateurs placés dans les mêmes conditions, c'est-à-dire en se servant d'une même source lumineuse à intensité constante.

CHAPITRE XIX

L'ATELIER ET L'ÉCLAIRAGE

Disposition et éclairage de l'atelier pour les reproductions, pour les portraits. — Conditions pour obtenir de bons paysages. — Photographie à la lumière artificielle. — Lumière électrique. — Installation pour portraits. — Lampes au magnésium. — Photographie des grottes et autres lieux inaccessibles à la lumière du jour. — Exploration des cavernes de Chancelade par la photographie.

Disposition et éclairage de l'atelier. — Après avoir décrit en détail les deux parties essentielles de l'appareil photographique, l'objectif et la chambre noire, il nous reste à passer en revue les autres instruments qui sont nécessaires à une bonne installation, et à indiquer les dispositions les meilleures pour obtenir de bons résultats. Nous allons nous occuper successivement des différentes parties qui composent le laboratoire du photographe en commençant par l'atelier.

L'atelier, indispensable au photographe de profession, peut être supprimé par l'amateur qui se propose surtout d'ordinaire de prendre des vues en voyage ou en excursion. Si l'on veut cependant se livrer à des travaux plus fréquents et obtenir des portraits ou des reproductions de toute nature, il n'est pas inutile de posséder une pièce bien éclairée et qu'on disposera

de la meilleure façon possible pour le genre d'épreuves que l'on veut avoir.

Il ne suffit pas en effet d'éclairer les objets d'une manière quelconque. La lumière est une force qu'il ne faut pas laisser agir au hasard, mais qu'on doit diriger et régler afin de lui faire donner les meilleurs résultats pour le but qu'on désire atteindre; si un certain nombre d'applications peuvent se faire en plein air, on a cependant le plus souvent besoin d'un abri où l'opérateur puisse disposer le modèle et la lumière suivant que la nature du premier et les conditions artistiques l'exigent.

Nous devons remarquer d'ailleurs qu'en réalité on est bien rarement libre de choisir l'emplacement de son atelier, il faut généralement se contenter de l'espace disponible et l'agencer le mieux qu'on pourra. Pour les reproductions de plans, cartes, tableaux, etc., on doit rechercher un éclairage uniforme, tel qu'on pourrait l'avoir en plein air; un atelier vitré de toutes parts serait donc préférable. On peut citer dans ce genre l'atelier de reproductions de la Bibliothèque nationale, qui forme un grand rectangle de 16 mètres de long sur 6 mètres de large; il a 4 mètres de haut; toute la partie supérieure et trois côtés sont entièrement vitrés, de sorte que la lumière arrive de toutes parts. Des stores mobiles garantissent au besoin des rayons directs du soleil. Grâce à ces dispositions, on peut y travailler dans tous les sens avec une grande régularité.

Pour les ateliers destinés au portrait, on doit au contraire se rapprocher des conditions exigées pour les ateliers des peintres, c'est-à-dire se procurer une pièce

un peu grande, éclairée du côté du nord par un vaste châssis vitré fortement incliné, de manière à obtenir une belle lumière générale, qu'on règle ensuite suivant les besoins en assignant au modèle la place la plus favorable et en modifiant l'éclairage au moyen de rideaux ou de châssis légers, garnis de mousseline. En disposant de ces ressources avec habileté, on peut arriver à de très bons effets artistiques. Souvent on colore en bleu les rideaux et une partie du vitrage, afin d'éliminer la lumière inutile et de laisser entrer seulement les rayons photogéniques ; on a ainsi un éclairage plus doux et il est plus facile de le régler à son gré. Les verres d'un bleu clair, colorés au cobalt, sont préférables à tous les autres. Il est aussi d'une grande importance de laver souvent le vitrage pour le maintenir parfaitement propre. Il est bon de peindre en bleu ou en gris clair tous les murs de l'atelier pour adoucir l'éclairage et éviter de fatiguer les yeux par une lumière trop vive.

Paysage. — Telles sont à peu près les règles les plus générales qu'on peut formuler pour l'éclairage des modèles dans l'atelier. Lorsqu'il s'agit au contraire d'un paysage, il faut évidemment le prendre avec son éclairage naturel ; néanmoins le choix du jour et de l'heure n'est pas indifférent pour avoir une belle épreuve. On doit choisir de préférence le milieu du jour, l'heure où le soleil, plus voisin du zénith, envoie sur les objets terrestres des rayons presque verticaux. On a alors différents avantages : les ombres portées ne sont pas très-considérables, et le sol, vigoureusement éclairé, sera en harmonie aussi complète que possible avec le ciel, de sorte que tous les objets pro-

duiront sur la plaque une impression à peu près égale, et pourront donner une image nette dans le même temps de pose. Au contraire les levers et les couchers de soleil, qui se prêtent en peinture à de si beaux effets artistiques, ne sauraient être rendus que d'une manière très-incomplète par la photographie, à cause du faible pouvoir photogénique des teintes rouges qui règnent alors sur l'ensemble du paysage.

Emploi des lumières artificielles. — En même temps qu'on a essayé de faire le meilleur usage possible de la lumière blanche du soleil, on a cherché depuis longtemps si les autres lumières, que nous savons produire artificiellement, présentent des propriétés analogues, et s'il ne serait pas possible de les employer dans certains cas pour l'obtention des clichés photographiques. La lumière solaire, dont l'éclat et l'intensité ne peuvent être égalés par aucune autre, possède en même temps certains inconvénients : elle ne brille que pendant une partie de la journée et son intensité varie non seulement du jour au lendemain, mais encore d'une heure à l'autre dans la même journée, de sorte qu'on ne peut jamais compter sur un effet certain et qu'on est souvent arrêté dans les opérations photographiques par les changements d'éclat ou même par la disparition complète de la lumière. Aussi a-t-on songé aux autres lumières que nous pouvons produire à volonté et dont nous pouvons, dans une certaine mesure, régler l'éclat et le maintenir fixe, au moins pendant quelque temps.

Lumière électrique. — A cause de son intensité, la lumière électrique devait la première attirer l'attention. On connaît en effet depuis fort longtemps ses

propriétés photogéniques : une brochure publiée en 1689 raconte que la foudre tombant sur une église « imprima le canon de la messe sur une nappe d'autel ». D'ailleurs, peu de temps après la découverte de l'arc voltaïque par Davy, Brande montra son action sur le chlorure d'argent ; de la Rive constata plus tard qu'elle agit sur les plaques daguerriennes et put obtenir l'image d'un buste en plâtre ainsi éclairé. Depuis cette époque bien des essais ont eu lieu, et, sans son prix de revient encore fort élevé et les difficultés qu'on éprouve souvent pour se la procurer, il est probable qu'elle ferait depuis longtemps partie intégrante de toute bonne installation photographique. Mais jusqu'à présent son emploi a été toujours très restreint par les inconvénients que nous venons d'indiquer et aussi par la difficulté de lui faire produire un éclairage aussi agréable et d'un effet aussi artistique que celui de la lumière solaire. C'est que cette dernière, tombant sur la terre en larges faisceaux parallèles, vient baigner le modèle de tous côtés en produisant des clairs et des ombres, mais aussi des pénombres et des demi-teintes qui adoucissent le passage de la pleine lumière à l'obscurité complète, et donnent aux objets un modelé agréable. Or cette qualité manque absolument à la lumière électrique dont les rayons, partant sensiblement d'un même point, se répandent en faisceaux divergents et forment à la surface du sujet des clairs et des ombres heurtés et sans transition qui donnent aux visages une apparence rigide et cadavérique.

Installation de lumière électrique pour portraits. — Il n'est pourtant pas impossible d'éviter cet incon-

vénient par des dispositions habilement combinées. Citons notamment le procédé très-ingénieux employé par M. Liébert et qu'on a pu voir fonctionner à l'exposition d'électricité en 1881. La source de lumière consiste en une lampe à arc formée de deux charbons à angle droit, dont l'un est fixe et l'autre mobile à l'aide d'un pas de vis. Le point lumineux, qui est au sommet de l'angle droit, se trouve disposé au centre d'une demi-sphère en métal de deux mètres de diamètre, suspendue à une monture solide, et qu'on peut déplacer et orienter à volonté. Enfin la source est cachée par un disque métallique du côté du modèle et n'éclaire que le réflecteur hémisphérique, de sorte que le sujet ne reçoit pas la lumière directe de l'arc électrique, mais seulement les rayons renvoyés par la demi-sphère. Il est facile de comprendre qu'on obtient ainsi un éclairage beaucoup plus doux, plus analogue à celui du soleil et ne fatiguant pas les yeux des personnes qu'on veut faire poser. On a de plus l'avantage de pouvoir faire des portraits par tous les temps et à toutes les heures du jour et même de la nuit. Il est à peine besoin d'ajouter que, parmi les nombreux systèmes de régulateurs à arc électrique, le plus grand nombre peuvent être employés à peu près indifféremment pour les applications photographiques. On pourrait également se servir de lampes à incandescence combinées et distribuées de manière à produire les effets artistiques cherchés.

Ce n'est pas seulement l'intensité considérable de la lumière électrique qui la rend propre à la photographie, c'est surtout sa richesse en rayons bleus et violets qui lui communique une très-grande puissance

photogénique. Nous avons en effet déjà indiqué la différence d'action sur les substances sensibles des diverses radiations qui par leur mélange constituent la lumière blanche du soleil. Tandis que les rayons bleus et violets et même les rayons invisibles et plus réfrangibles que ces derniers agissent avec une grande énergie, le pouvoir photogénique va en décroissant jusqu'à l'autre extrémité du spectre dans les rayons verts, jaunes et rouges, et ces derniers sont sans effet sur les préparations ordinairement employées aujourd'hui. Il résulte de là que, parmi les différentes sources de lumière artificielle, les plus riches en rayons bleus et violets seront aussi les plus aptes à remplacer la lumière solaire dans les ateliers photographiques, tandis que les flammes d'une coloration jaune ou rouge ne pourront être d'aucune utilité au photographe, si ce n'est, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, pour éclairer le cabinet noir, indispensable pour le développement des plaques et qui ne doit recevoir que des radiations absolument inactives.

Lampes au magnésium. — A côté de la lumière électrique, il nous faut signaler aussi la flamme du magnésium qui possède également, avec un éclat assez vif, une coloration bleuâtre éminemment favorable. Aussi préfère-t-on souvent les lampes au magnésium qui, sans pouvoir rivaliser d'intensité avec les régulateurs électriques, donnent cependant une lumière suffisante et ont le grand avantage de n'occuper qu'un petit volume, d'être faciles à transporter et surtout beaucoup plus faciles à installer et moins coûteuses d'entretien.

Les lampes au magnésium sont d'une grande sim-

plicité. Le métal, qui est d'un blanc bleuâtre et qu'on se procure en rubans d'un ou deux millimètres de largeur, est enroulé sur une roue de bois et passe dans un petit tube étroit et aplati, à l'extrémité

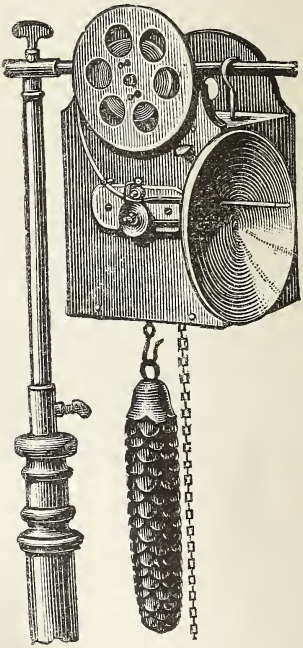


Fig. 60 — Lampe au magnésium.

duquel on l'enflamme. Ce tube limite la combustion du métal à la quantité qui est exactement utile. Mais, à mesure que le magnésium brûle, il est nécessaire de faire avancer le ruban. Dans les modèles les

plus simples, ce mouvement s'accomplit en tournant à la main une manivelle qui commande le rouleau de bois. Dans d'autres systèmes, un petit mécanisme d'horlogerie produit le mouvement de manière à entretenir la combustion pendant une durée maximum d'une minute et demie. Enfin la figure 60 montre le modèle le plus récent et le plus perfectionné ; sa marche réglée par la chute d'un poids pesant 1,500 grammes est absolument régulière, et peut durer environ dix minutes ; la vitesse peut être ralentie en diminuant la charge ou activée en l'augmentant, suivant qu'on veut produire une combustion plus ou moins rapide du magnésium et une lumière plus ou moins vive. Ce modèle peut être fixé à un mur ou accroché à une barre quelconque, par exemple à une tige d'appui-tête : c'est ce dernier cas qui est représenté par la figure. On y voit en même temps le rouleau de magnésium dont l'extrémité vient aboutir en avant d'un réflecteur concave argenté destiné, à augmenter l'intensité lumineuse.

La lumière électrique et celle de magnésium sont les seules qui puissent être utilement employées comme sources photogéniques. On pourrait se servir également de la flamme produite par la combustion d'un mélange de bioxyde d'azote et de sulfure de carbone qui possède la même couleur bleue et les mêmes propriétés actiniques, mais l'ennui de préparer le bioxyde d'azote, la grande inflammabilité et l'odeur désagréable du sulfure de carbone, empêchent ce procédé, souvent employé par les chimistes pour provoquer les réactions sous l'influence de la lumière, de devenir pratique pour les photographes. Quant à

la flamme du gaz d'éclairage, des lampes à huile ou à pétrole, elle n'a pas les qualités des sources que nous venons d'indiquer et ne peut pas servir à éclairer les sujets pendant la pose. Elle peut seulement être employée pour tirer des positifs avec certains papiers très-sensibles, comme plusieurs de ceux que nous avons décrits plus haut.

Photographie des grottes, catacombes, etc. — Nous venons d'examiner l'emploi des lumières artificielles dans les ateliers photographiques pour éclairer le modèle pendant la pose ; mais ce n'est pas là leur unique usage. Ainsi elles peuvent encore servir utilement pour les agrandissements qui demandent une source très-intense ; elles peuvent alors remplacer avantageusement la lumière solaire qu'on ne peut pas avoir toujours à sa disposition au moment où l'on en a besoin. Signalons aussi l'application de la lumière électrique pour la production d'épreuves sur papier au ferro-prussiate qui a été faite, il y a quelques années, dans les bureaux de la compagnie Paris-Lyon-Méditerranée ; on obtenait les images en vingt minutes.

Enfin les sources artificielles sont encore plus indispensables lorsqu'on veut reproduire l'intérieur d'une grotte ou d'un monument dans lequel ne pénètre jamais la lumière du jour. C'est ainsi qu'on a pu photographier l'intérieur des pyramides d'Egypte, des célèbres cavernes du Mammouth dans le Kentucky, des grottes de Han en Belgique, les catacombes de Rome et de Paris, etc. C'est encore avec l'aide de la lumière électrique qu'après la terrible catastrophe des carrières de Chancelade, près de Périgueux, au mois

d'octobre 1885, on a pu explorer les galeries devenues inaccessibles et dans lesquelles on croyait trouver les débris des victimes. La chambre noire et l'objectif étaient placés dans un tube métallique vertical qui les protégeait pendant la descente et qui portait au-dessus et au-dessous de l'appareil photographique une série de lampes à incandescence. L'appareil était préparé dans une chambre noire installée au sommet du trou de sondage, puis on le descendait au moyen d'une sorte de chaîne formée par des tringles en fer de quatre mètres de longueur, assemblées à la suite les unes des autres. Quand l'extrémité inférieure touchait le fond de la galerie, on orientait l'appareil vers le côté convenable, puis à l'aide d'une corde on faisait relever l'objectif hors de la gaine de l'angle voulu en faisant pivoter la chambre noire autour d'un axe horizontal. On attendait alors quelques minutes que l'appareil fût devenu complètement immobile, puis on procédait à la pose. Pour cela, il suffisait d'illuminer la galerie en lançant le courant dans les lampes, ce qu'on faisait du haut à l'aide d'un commutateur et de fils conducteurs ; l'appareil étant toujours dans l'obscurité, l'objectif ne portait ni bouchon ni obturateur. Au bout de quatre à cinq minutes la plaque est impressionnée, on interrompt le courant, on laisse retomber l'appareil dans sa gaine, on le remonte et l'on enlève la plaque pour la développer. Les glaces sensibles avaient cinq centimètres de côté. En tournant successivement l'appareil dans toutes les directions et en relevant plus ou moins l'objectif, on put obtenir la reproduction complète de l'intérieur de la cavité. Bien que cette méthode n'ait fourni à Chancelade que des résultats

négatifs, il est évident qu'elle pourrait rendre, dans certains cas, de réels services pour explorer des lieux complètement inaccessibles ; mais l'expérience a prouvé qu'il faut examiner avec le plus grand soin les clichés ainsi obtenus et ne pas trop se hâter de tirer des conclusions sans les vérifier aussi rigoureusement que possible.

CHAPITRE XX

LE LABORATOIRE

Le cabinet noir ; son éclairage. — Lanternes de laboratoire. — Installation et disposition des appareils. — Laboratoire clair. — Ustensiles divers. — Conservation des solutions de sulfate de fer. — Balances. — Double pesée. — Aréomètres. — Laboratoires de voyage.

Le cabinet noir et son éclairage. — A côté de l'atelier, dont nous venons de décrire la disposition et l'éclairage, vient se placer le laboratoire, plus indispensable encore au photographe, car si l'amateur peut assez facilement se passer d'atelier en se bornant à prendre des paysages et à faire des portraits ou des reproductions en plein air, le laboratoire lui est absolument nécessaire pour développer et fixer les plaques sensibles, les préparer au besoin, et pour tirer les positifs.

Pour le laboratoire comme pour l'atelier, il est difficile de fixer des règles précises ; chacun l'agencera suivant le genre de travail à exécuter et la place dont on pourra disposer. On sait tout d'abord qu'une partie de ce laboratoire doit être transformée en un cabinet noir où l'on fera toutes les manipulations relatives à la préparation et au développement des surfaces sensibles. Il doit évidemment régner dans cette pièce

non pas une obscurité complète, mais une lumière suffisante pour permettre d'effectuer toutes les opérations nécessaires. D'un autre côté, cette lumière devra n'exercer aucune action sur les substances employées: il faudra donc, à cause de l'extrême sensibilité des émulsions en usage aujourd'hui, recourir aux radiations de couleur rouge orangé, les seules qui soient inactives pour l'iodure et le bromure d'argent. On garde généralement une petite fenêtre ou une ouverture convenable, et on la couvre d'un verre jaune foncé, qui laisse une lumière suffisante pour faire les opérations accessoires; mais, au moment où l'on veut par exemple procéder au développement d'une plaque, on doit recouvrir le verre jaune d'un autre de couleur rouge rubis, de manière à ne laisser passer que des rayons absolument antiphotogéniques.

Lanternes de laboratoire. — Beaucoup de personnes préfèrent renoncer complètement à la lumière du jour dont l'intensité est sans cesse variable et employer une lanterne de manière à avoir toujours une intensité égale, ce qui permet de suivre avec plus de sûreté le développement des clichés. La lanterne devra être munie de verres jaunes et rouges. Il en existe un grand nombre de modèles : Il y en a qui se plient en formant une petite boîte qu'on peut facilement emporter en voyage ; les unes sont éclairées au pétrole, à l'huile, au gaz ; d'autres par une petite lampe à incandescence, alimentée par deux éléments au bichromate de potasse. Le modèle que nous représentons (fig. 61) est très-complet et satisfait à toutes les exigences : il contient un bec de gaz ; le côté droit, non visible sur la figure, est muni d'un verre rouge

qu'on peut fermer à l'aide d'une porte semblable à la porte G ; c'est de ce côté qu'on se place pour intro-

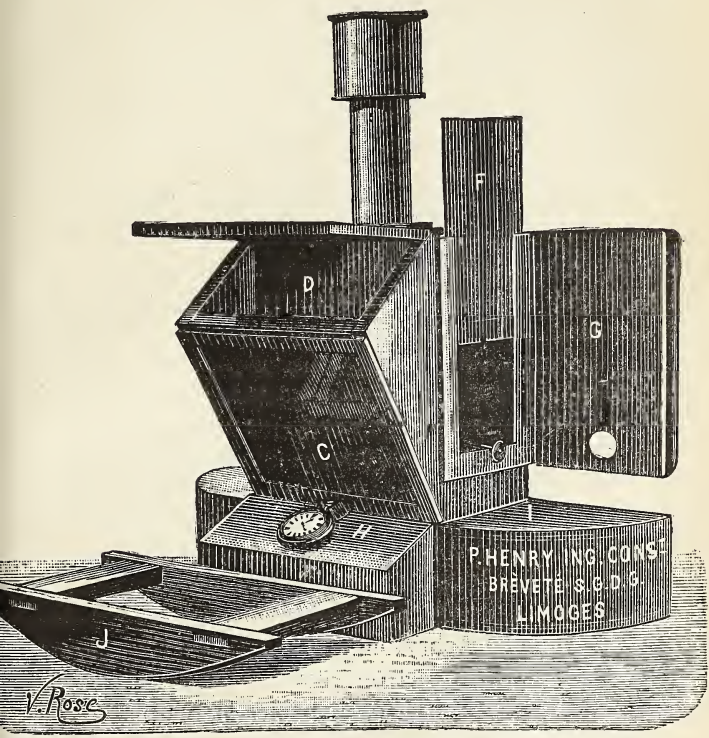


Fig. 61. — Lanterne de laboratoire (vue du côté gauche).

duire dans les châssis les glaces sensibles ou pour les en faire sortir au moment de les développer. On les place pour cela dans la cuvette J dont la forme per-

met de les agiter doucement ; un verre rouge C éclaire cette opération ; E est un verre jaune dépoli qui peut être masqué par une porte et qui sert à examiner par transparence la venue des épreuves ; on pourra placer une montre en H, ce qui n'est pas inutile dans un certain nombre de manipulations. Enfin du côté gauche, où se trouvent un verre jaune dépoli F et une porte G pour le masquer, l'on placera les objets nécessaires pour le fixage, le robinet d'eau, etc., en un mot tout ce qui n'exige pas strictement l'emploi de la lumière rouge.

Sans avoir recours à une disposition aussi parfaite, mais en même temps aussi coûteuse, on peut obtenir de très-bons résultats avec les lanternes les plus simples. Si même on ne peut se procurer de verres convenables, il est facile de les préparer soi-même en les couvrant d'un vernis à la gomme laque teinté avec de la chrysoïdine, ou en collant à leur surface un papier imprégné de cette substance. M. Davanne conseille même d'employer une feuille de papier ainsi préparé pour entourer une flamme quelconque d'une sorte d'étui analogue à ceux qu'emploient les marchandes d'oranges. Pour obtenir ce papier on dissout 1 gramme de chrysoïdine dans 100 centim. cubes d'alcool ; on filtre et on verse dans une cuvette, puis on étend sur la surface d'un papier blanc mince, qu'on fait ensuite sécher en le suspendant, et qui prend une couleur orangée très marquée.

On peut encore éclairer le laboratoire à l'aide de flammes colorées en jaune ou en rouge, ce qui dispense d'interposer des verres de couleur ; ainsi l'on peut se servir d'une lampe alimentée par de l'alcool dans

lequel on a dissous du chlorure de sodium ou de strontium pour la colorer en jaune ou en rouge, ou d'un bec de gaz de Bunsen dans la flamme duquel on maintient constamment une petite quantité des mêmes sels. Quel que soit du reste le procédé employé, il sera bon d'examiner au spectroscope la flamme ou les verres colorés dont on veut se servir pour s'assurer qu'ils ne donnent que des radiations complètement inactives.

On pourra encore vérifier de la manière suivante si l'éclairage du cabinet noir est bien choisi : on se place dans ce cabinet, on prend une glace au gélatino-bromure dont on recouvre une moitié d'un papier noir épais, tandis qu'on laisse l'autre moitié exposée pendant un certain temps à la lumière rouge du laboratoire. On procèdera ensuite au développement et, si la partie de la plaque qui a subi l'action de la lumière rouge a été impressionnée, les deux moitiés présenteront un aspect un peu différent.

Il est inutile de peindre en noir les murs du cabinet ; on augmente ainsi l'obscurité d'une manière qui peut être gênante pour les manipulations, sans y trouver d'ailleurs aucun avantage, car, si l'on a installé un éclairage convenable, les murs ne pourront réfléchir qu'une lumière anti-actinique qui n'aura aucun effet nuisible. Mais il faudra éviter avec soin toute infiltration de lumière blanche : pour cela, il suffira de s'enfermer dans le cabinet sans allumer la lanterne ou en bouchant complètement l'ouverture destinée à l'éclairage ; au bout de quelques minutes, les yeux seront habitués à l'obscurité et distingueront facilement la moindre fente ou le moindre petit trou, qu'il faudra aus-

sitôt boucher soigneusement. On devra aussi, dans le même but, garnir la porte d'une portière noire qui ne laisse passer aucune lumière. Malgré toutes ces précautions, il ne sera pas inutile de recouvrir d'une planchette noircie les épreuves en voie de développement et de cacher les préparations sensibles chaque fois qu'on pourra le faire ou qu'on voudra sortir du laboratoire.

Disposition des appareils. — L'éclairage ayant été convenablement disposé, on installera à l'endroit le mieux éclairé tout ce qui est nécessaire au développement ; une autre tablette, placée à côté, recevra les objets destinés à la préparation des plaques sensibles, si l'on a coutume de faire soi-même cette opération. Tout devra être rangé avec ordre, les cuvettes et les gros récipients au-dessous des tables, les flacons et les verres au-dessus sur une ou deux rangées de tablettes. Il sera bon aussi d'avoir à sa disposition un évier et un robinet d'eau pour les lavages.

Laboratoire. — Quant au fixage des clichés, il n'est pas indispensable de le faire dans l'obscurité ; il sera donc commode d'avoir, à côté du cabinet noir, un laboratoire éclairé par la lumière du jour où l'on fera toutes les opérations qui n'exigent pas l'obscurité : nettoyage et polissage des glaces, fixage et retouche des clichés, etc. Il sera bon cependant de procéder au fixage dans la partie la moins éclairée de la pièce ou de recouvrir la cuvette d'un couvercle opaque pendant l'opération.

La même pièce pourra servir aussi au tirage des positifs. Dans le cas où, faute de place, on serait obligé de faire dans le cabinet noir les dissolutions,

les filtrations, le fixage, les lavages, et autres manipulations qui n'exigent pas l'obscurité, il faudra s'arranger pour pouvoir à ce moment laisser entrer la lumière du jour.

Ustensiles divers. — Quant aux ustensiles qui doivent meubler le laboratoire et le cabinet noir, nous avons indiqué déjà les plus importants, à mesure qu'ils se sont présentés dans les opérations que nous avons décrites. Pour ne pas les dessiner tous séparément, nous avons représenté dans la fig. 62 une malle

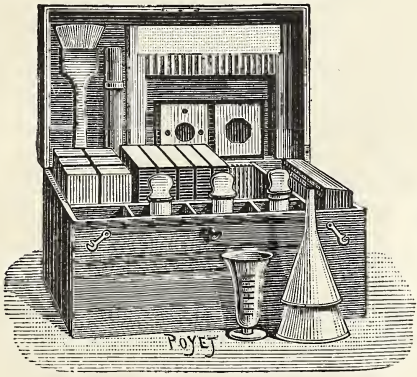


Fig. 62. — Malle de voyage.

ouverte qui contient tous les accessoires nécessaires en voyage, cuvettes en carton durci, verre gradué, flacons, entonnoirs, lanterne, glaces, etc. La fig. 4 montre aussi un certain nombre de ces appareils.

Un petit nombre de ces instruments sont spécialement destinés à la photographie : telles sont les cuvettes plates et rectangulaires, avec ou sans recou-

vrement, qui servent pour la sensibilisation, le fixage, le développement et en général chaque fois qu'il faut plonger les plaques ou les feuilles de papier dans un liquide. Les cuvettes de porcelaine sont les plus faciles à tenir propres. Celles de gutta-percha ou de carton durci sont préférables pour le voyage, parce qu'elles ne sont pas fragiles. Aux cuvettes il faut ajouter les vases employés par les chimistes: verres coniques à pied et à bec, gobelets cylindriques dits vases à précipiter, entonnoirs et agitateurs de verre, et enfin quelques vases et flacons de différentes grandeurs. Il est utile aussi d'avoir quelques vases gradués pour mesurer les liquides en volumes, par exemple un verre d'un quart de litre (fig. 62) divisé en centimètres cubes, auquel on pourra ajouter une éprouvette à pied de 20 à 30 centimètres cubes, portant des divisions plus petites. Ces vases ne devront servir que pour les mesures.

Conservation du sulfate de fer. — Parmi les produits employés, l'un des plus difficiles à conserver est le sulfate ferreux qui s'oxyde à l'air et se transforme peu à peu en sulfate ferrique dont la présence est décelée aussitôt par sa couleur rouille. Pour éviter cette altération qui met le produit hors d'usage, on peut employer différents procédés, par exemple le suivant, communiqué par M. Sterk à la société nantaise de photographie. On recouvre la dissolution de sulfate d'une couche d'huile qui la préserve du contact de l'air et par suite empêche l'oxydation (fig. 63). Le bouchon du flacon est traversé par deux tubes : l'un qui plonge au fond du liquide sert de siphon pour l'écoulement du sulfate ; quand on souffle par l'autre tube, qui se termine dans la partie supérieure du

vase, l'air intérieur se trouve comprimé et, par sa pression, fait monter le liquide dans le siphon qui se trouve bientôt amorcé et le laisse sortir. On peut aussi se servir du procédé suivant qui est, croyons-nous, connu depuis fort longtemps et a l'avantage de n'exiger aucun appareil. On ajoute 5 décigrammes d'acide tartrique pour 100 grammes de la solution et on laisse le mélange à la lumière.

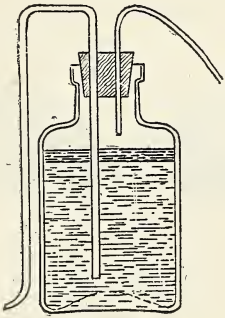


Fig. 63. — Flacon pour sulfate de fer.

Balances. — Quelques instruments sont encore nécessaires pour compléter le matériel du photographe. Au premier rang de ces appareils se place la balance, indispensable pour préparer tous les mélanges et les dissolutions dont on doit faire usage. Comme il n'est pas besoin généralement d'un très-grande précision et qu'on n'a pas à opérer sur des poids considérables, on peut se contenter d'une balance de Roberval, à plateaux supérieurs, comme celles du commerce, et pesant un ou deux kilogrammes. Il sera préférable cependant

d'employer au moins dans certains cas un petit trébuchet (fig. 64) qui donnera plus de précision, et permettra d'apprécier le centigramme ; il aura aussi l'avantage de se démonter facilement et de pouvoir être renfermé dans une boîte pour être emporté en voyage.

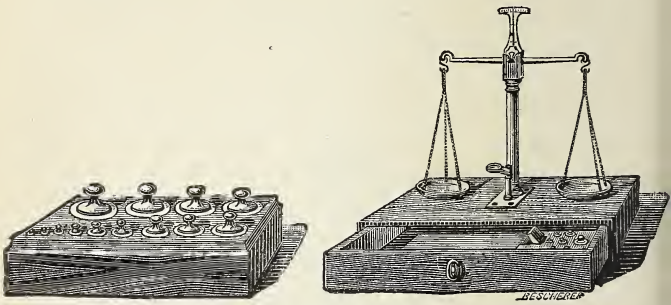


Fig. 64. — Trébuchet.

Double pesée. — Il suffira d'ordinaire de peser les corps à la manière habituelle ; mais si l'on veut une plus grande précision, ou si l'on a une mauvaise balance, on se servira de la méthode de la double pesée, qui donne de bons résultats même avec une balance dénuée de justesse, pourvu qu'elle soit assez sensible. Voici en quoi elle consiste. Supposons par exemple qu'on veuille peser 15 grammes d'hyposulfite de soude ; on mettra dans l'un des plateaux des poids marqués dont la somme fasse 15 grammes, puis on placera dans l'autre une quantité suffisante de grains de plomb ou de toute autre matière pour faire équilibre aux poids. On retire ensuite les poids marqués et l'on fait tomber à leur place des cristaux d'hyposul-

fite de soude de manière à faire équilibre à la tare. On est alors certain d'avoir très exactement 15 grammes d'hyposulfite.

Pour l'eau, on peut sans inconvénient remplacer les pesées par des mesures de volumes, qui demandent moins de temps. Mais pour les autres liquides, on n'aurait pas un grand avantage à le faire, car il faudrait calculer à l'aide de la densité le volume qui correspond à un poids donné et tenir compte de la proportion d'eau variable que peut contenir le produit.

Aréomètres. — Il sera utile de joindre encore aux instruments qui précédent un ou deux aréomètres, qui sont peu coûteux et rendront des services. Ce sont de petits flotteurs de verre terminés par une tige verticale graduée ; en les faisant flotter sur les liquides à employer, on peut connaître immédiatement leur densité ou leur degré de concentration (1).

Citons d'abord l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac, qui, plongé dans de l'alcool plus ou moins additionné d'eau, donne immédiatement la proportion d'alcool en volume. Le densimètre donne de même la densité d'un liquide quelconque. Outre ces deux modèles, on se sert encore des aréomètres de Baumé et de Cartier qui ne donnent que des indications empiriques. On peut cependant avec ces instruments trouver la densité au moyen d'un petit calcul.

(1) On sait qu'on appelle densité d'un corps le poids de l'unité de volume de ce corps. Ainsi, si une dissolution a pour densité 1,243, cela veut dire que 1 centim. cube de cette dissolution pèse 1,243 gr., que 1 déc. cube pèse 1,243 kg., etc. Comme 1 centim. cube d'eau à 4° pèse 1 gr., on voit que la densité de l'eau dans ces conditions est égale à l'unité.

Laboratoires de voyage. — Après avoir décrit les principaux instruments qui doivent garnir le laboratoire du photographe, il nous reste à dire quelques mots du laboratoire de voyage. Remarquons d'abord que, depuis l'emploi des plaques sèches et notamment du gélatino-bromure, le bagage indispensable s'est beaucoup simplifié. Si l'on part pour une excursion qui ne doive pas être de très-longue durée, il suffira parfaitement d'emporter un certain nombre de plaques sensibles dans les châssis, et l'on pourra attendre le retour pour développer les clichés tout à son aise. Si l'excursion doit être plus longue, ou si l'on préfère développer chaque jour les glaces qui viennent de poser, le procédé le plus simple consiste à emporter les ustensiles et les produits indispensables dans une caisse à compartiments, du genre de celle qui est représentée fig. 62, et à opérer le soir dans une chambre quelconque à la lueur d'une lanterne à verre rouge.

Enfin, s'il s'agit, ce qui est plus rare, d'un voyage lointain et de très-longue durée, de sorte qu'on soit obligé d'emporter avec soi tout un véritable atelier, on fera disposer une caisse du même genre, mais plus grande, qui pourra servir en même temps de laboratoire. Pour cela, un des grands côtés se rabattra en avant pour former une sorte de plancher, le couvercle se redressera verticalement et l'on fixera tout autour sur les bords libres un voile noir muni d'orifices pour passer les mains et la figure. Il est bien entendu que tout devra joindre hermétiquement et ne laisser pénétrer aucun rayon lumineux. L'une des parois portera une ouverture munie d'un verre rouge pour éclai-

rer l'intérieur ; pendant le voyage, un volet recouvre le verre. Enfin, l'appareil tout entier pourra souvent se fixer sur un pied à trois branches analogue à celui sur lequel on place la chambre noire. La fig. 65 montre une disposition un peu différente ; c'est une sorte de tente ayant à peu près la forme d'un parapluie et qui

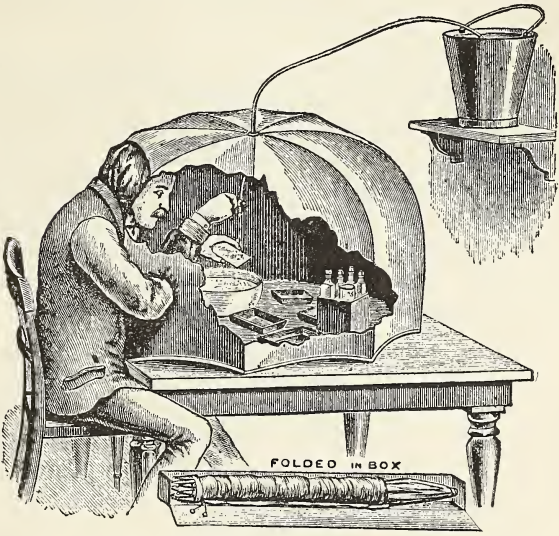


Fig. 65. — Tente laboratoire (Faller).

s'installe sur une table ou une autre surface plane. On peut la faire communiquer par un tube avec un réservoir qui donnera l'eau nécessaire pour les lavages. Comme dans le système précédent, une sorte de bonnet enveloppe complètement la tête de l'observateur, qui passe ses bras dans deux manches fixées à la

tente. L'appareil se ferme comme un parapluie et peut se loger dans une boîte de 70 centimètres de longueur ; le poids total est de deux kilogrammes. En somme, chaque photographe peut, d'après ces données générales, se faire construire un laboratoire mobile qui pourra être d'autant plus portatif qu'on saura se borner à un moindre matériel et le renfermer dans un plus petit volume.

Remarquons enfin que c'est principalement dans le cas qui nous occupe qu'il y aura avantage, pour diminuer le poids du bagage et les risques d'accidents, à remplacer les glaces sensibles par des plaques souples et des papiers négatifs. Ainsi, en employant les papiers négatifs à la gélatine (procédé Baldus), M. H. Cammas a pu rapporter facilement, il y a quelques années, toute une série de grandes vues d'Égypte qui mesuraient 60 × 70 cm.

DEUXIÈME PARTIE

Les Applications de la Photographie

CHAPITRE PREMIER

LA GRAVURE PHOTOGRAPHIQUE

Utilité des tirages mécaniques. — Différentes espèces de gravure. — Gravure en creux par moulage et par réserves. — Nécessité du grain. — Essais de gravure à l'aide des plaques daguerriennes : procédés Fizeau, Berres, Donné, Grove. — Procédés Niepce de Saint-Victor, Talbot, Nègre. — Gravure par moulage : procédés Poitevin, Woodbury, Geymet, Rousselon. — Photoglyptie.

Utilité des tirages mécaniques pour les positifs. — Lorsqu'on a obtenu un cliché négatif, on se propose le plus souvent d'en tirer un certain nombre de positifs. Les procédés que nous avons décrits dans la première partie de cet ouvrage et qui reposent sur l'emploi de papiers aux sels d'argent ou au charbon présentent de grands avantages, et conviennent parfaitement lorsqu'on ne désire avoir qu'un petit nombre d'images, mais ils deviennent insuffisants quand on veut obtenir une grande quantité d'épreuves, par exemple pour

illustrer un livre ou livrer au commerce la reproduction d'un tableau ou d'une gravure célèbre.

Le papier aux sels d'argent est toujours celui qui donne les épreuves les plus belles et les plus agréables à l'œil; l'altérabilité des images a été considérablement diminuée par les nombreux perfectionnements apportés depuis l'origine, de sorte qu'il est possible aujourd'hui d'obtenir des épreuves qui durent fort longtemps. Le papier au charbon a pour lui a complète inaltérabilité; il est meilleur que le précédent pour les reproductions artistiques, mais il donne pour le portrait des images plus lourdes et qui en général plaisent moins au public. En outre, la longueur et la difficulté des manipulations le font rejeter souvent. Le papier au platine possède aussi une inaltérabilité presque absolue et donne des effets très-artistiques, mais il est très-difficile à conserver. Toutes ces méthodes, malgré les avantages que nous venons de rappeler, présentent des inconvénients communs qui les empêchent de se prêter à un tirage considérable : le prix des épreuves est toujours élevé et l'on ne peut les obtenir que très-lentement, puisque la production de chaque image exige l'intervention de la lumière. Ces défauts ont attiré depuis longtemps l'attention, et le premier inventeur de la photographie, Nicéphore Niepce, avait déjà cherché à se servir des plaques impressionnées pour les transformer en une véritable planche de gravure ou de lithographie. Plusieurs savants suivirent la même voie et tentèrent d'employer de la même façon les plaques daguerriennes.

On sait qu'il existe trois espèces principales de gravure : citons d'abord la gravure en creux, qui exige

une planche sur laquelle les ombres du modèle soient figurées en creux, de sorte que l'encre reste seulement dans ces cavités sans recouvrir aucune des saillies qui correspondent aux clairs. Dans la gravure typographique au contraire, les noirs doivent être représentés en relief sur un fond creux qui figure les parties blanches, et l'encre du rouleau s'attache seulement aux saillies ; c'est ainsi que sont faits les dessins pour l'illustration des livres quand ils doivent être tirés avec le texte. Enfin la lithographie emploie des planches complètement planes qu'on recouvre de substances convenables pour que certaines parties seulement retiennent l'encre.

La photographie avait donc à remplir la tâche difficile de s'adapter à ces trois genres de gravures qui sont complètement différents les uns des autres. C'est sur la gravure en creux que portèrent les premiers essais ; nous allons donc commencer par cette branche et nous réserverons la lithographie et la gravure typographique pour les chapitres suivants.

Gravure photographique par moulage et par réserves. — Les premiers essais de gravure en creux furent faits par Nicéphore Niepce. On vit donc apparaître, presque en même temps que la photographie elle-même, une de ses applications les plus importantes, la photogravure, désignée également sous les noms d'héliogravure, d'héliographie et de gravure héliographique. Les procédés usités jusqu'à ce jour sont de deux espèces : les uns consistent à faire agir des mordants et des acides convenablement choisis sur une feuille métallique à la surface de laquelle la lumière a tracé les réserves qui indiquent le dessin à reproduire. Les

autres utilisent les reliefs offerts par la gélatine bichromatée ; on en prend l'empreinte par moulage et le moule, auquel on donne une résistance suffisante, est employé comme planche à graver.

Nécessité du grain. — On sait que sur les planches de gravure les ombres doivent être le plus souvent représentées par des traits ou des points, afin de retenir l'encre. Il est donc relativement facile d'obtenir par ces méthodes la copie d'un dessin ou d'une gravure dont les ombres sont figurées par une série de traits ou de tailles, de lignes ou de points ; mais il est beaucoup plus difficile de reproduire les objets naturels ou même les tableaux, dont les ombres sont représentées sur l'image photographique par des teintes fondues et dégradées. Les recherches devaient évidemment se porter d'abord sur les premières méthodes et l'on commença par recourir à l'action des acides, puisque les propriétés de la gélatine bichromatée n'étaient pas encore connues. C'est donc la gravure par réserves qui fut d'abord essayée à l'époque même du daguerréotype.

Essais de gravure à l'aide des plaques daguerriennes. — C'est ainsi que, dès 1841, M. Fizeau, appelant à son aide la galvanoplastie récemment découverte, plongeait la plaque daguerrienne, prise comme électrode négative, dans une dissolution de sulfate de cuivre traversée par un courant électrique. Lorsqu'on enlevait la couche métallique formée sur la plaque sensible, on voyait à la surface de ce dépôt, reproduits en sens inverse, tous les détails de l'épreuve : ainsi les gouttelettes de mercure déposées sur la lame argentée pour représenter les clairs du modèle y pro-

duisent des saillies qui étaient figurées sur la plaque galvanique par des parties creuses. En prenant le moule ainsi obtenu et en l'employant à son tour comme électrode dans une solution de sulfate de cuivre, on peut se procurer une seconde feuille de métal inverse de la première, et qui par suite reproduira exactement l'image daguerrienne avec ses creux et ses reliefs. Elle offre de plus sur cette dernière l'avantage d'être plus dure et de pouvoir être utilisée comme une planche à graver ordinaire. Malheureusement, les saillies étaient très-faibles, comme sur l'image elle-même, et l'on ne pouvait obtenir que des épreuves très-confuses.

Beaucoup d'autres essais du même genre furent tentés à la même époque; c'est ainsi que MM. Berres, Donné (1), etc., cherchèrent à se servir des plaques daguerriennes même dont on commençait par accentuer les creux en les attaquant à l'eau forte ou en prenant la plaque comme électrode positive soluble; on protégeait les reliefs et l'action de l'acide ou celle du courant creusait seulement les parties non recouvertes de mercure.

Le procédé de M. Berres, de Vienne, consistait à attaquer la plaque par l'eau forte. Grove, après avoir enduit le revers de la plaque de gomme laque pour le préserver, la plaçait en guise d'électrode négative dans un mélange de deux volumes d'acide chlorhydrique de densité 1, 1 et d'un volume d'eau. Dans ces conditions, l'argent est attaqué beaucoup plus que le mercure. L'électrode négative doit être formée d'une

(1) Donné, Mémoire lu à l'Académie des sciences.

lame de platine de même grandeur que la plaque daguerrienne et placée à une distance de cinq millimètres, pour que l'action soit uniforme. Un seul élément de Grove ou de Bunsen suffit pour cette opération, qui ne doit pas durer plus de trente secondes.

La plaque, lavée à l'eau distillée, présente un beau dessin de couleur brune, tracé par le dépôt d'oxychlorure qui s'est formé. On enlève ce composé en lavant à l'eau légèrement additionnée d'ammoniaque. On peut ensuite tirer des épreuves à l'encre ou se procurer par les procédés galvaniques des copies de la planche qu'on emploiera pour graver. Grove a pu reproduire ainsi notamment un écusson de 2,05 millim. de hauteur sur lequel il y avait une inscription de cinq lignes qu'on pouvait facilement lire au microscope sur l'épreuve.

M. Fizeau indiqua aussi un procédé analogue qui permet de transformer l'épreuve daguerrienne en une planche de gravure. On la soumet pour cela à l'action d'un mélange d'acide nitrique, d'acide nitreux et d'acide chlorydrique, qui attaque seulement les surfaces argentées correspondant aux noirs de l'objet et n'altère pas les parties couvertes de mercure qui représentent les clairs. La réaction est bientôt arrêtée par le dépôt de chlorure d'argent auquel elle donne naissance ; mais on dissout ce précipité dans l'ammoniaque et l'on recommence plusieurs fois de suite l'opération. Malgré ces précautions, l'effet produit est assez faible, et les noirs ne sont creusés que d'une façon très-légère. Pour aller plus loin et obtenir un relief plus marqué, il est nécessaire d'avoir recours à l'acide azotique ; mais il faut protéger les clairs de

l'image, et les empêcher d'être attaqués par l'acide. Pour cela on commence par enduire l'épreuve d'encre grasse, puis on l'essuie de manière à mettre à nu les reliefs et à laisser l'encre dans tous les creux. On peut alors dorer la plaque par les procédés galvaniques : on la suspend à l'électrode négative dans un bain de cyanure double d'or et de potassium; un dépôt d'or adhérent se forme seulement sur les parties nues, qui sont conductrices, et les creux, isolés par l'encre, restent intacts. Ensuite on dégraisse l'épreuve et l'on couvre d'acide azotique qui, n'ayant pas d'action sur l'or, laisse les reliefs et creuse fortement les noirs. Après ces diverses opérations, on renforce la plaque en la couvrant, par les procédés électrochimiques, d'une couche adhérente de cuivre, qui lui donne plus de solidité : l'acier serait préférable au cuivre et devrait le remplacer si cette méthode était encore employée aujourd'hui. Les planches ainsi obtenues donnent d'assez bons résultats artistiques, si, avant le dernier traitement à l'acide azotique, on les recouvre par les procédés connus d'un grain de résine. Les épreuves ont les qualités de l'aqua-tinta.

Procédé Niepce de Saint-Victor. — Malgré ces nombreuses tentatives, dont quelques-unes donnèrent des résultats assez remarquables, on abandonna bientôt toute idée d'employer pour la gravure les plaques daguerriennes, parce que le daguerréotype lui-même fut remplacé par la photographie sur verre. Mais, avant de décrire les méthodes de gravure photographique les plus récentes, nous indiquerons d'abord le procédé de Niepce de Saint-Victor, qui est le plus ancien.

La planche d'acier dont on veut se servir pour graver est recouverte d'un mélange de bitume de Judée, de benzine et de zeste de citron. On sèche au feu, et l'on applique sur la planche ainsi préparée le côté impressionné d'un positif sur papier ou sur verre ; puis on expose pendant environ quinze minutes au soleil ou une heure à la lumière diffuse, et l'on révèle l'image à l'aide d'un mélange d'huile de naphte et de benzine. On lave, puis on creuse l'acier en faisant agir d'abord l'eau iodée ou un mordant formé d'acide nitrique étendu et d'alcool, et enfin l'acide nitrique faible, ce dernier après avoir appliqué le grain d'aqua-tinta.

Malgré le progrès considérable réalisé par cette méthode, les résultats laissaient encore beaucoup à désirer ; les ombres des épreuves étaient lourdes au lieu d'être fondues et graduées.

Procédé Talbot. — M. Talbot a donné une méthode qui se rattache encore à l'emploi des mordants, bien qu'elle fasse usage de gélatine bichromatée. Voici en quoi elle consiste. Une plaque d'acier, enduite du mélange de gélatine et de bichromate alcalin, est exposée à la lumière sous un positif, puis l'image est développée à l'eau et l'on fait agir le chlorure de platine qui attaque seulement les parties où la gélatine a été enlevée par l'eau, c'est-à-dire celles qui correspondent aux noirs du positif. La planche ainsi obtenue a l'inconvénient de n'avoir pas de grain, et par suite ne peut servir avantageusement que pour reproduire une gravure ou un dessin dont les ombres sont figurées par des hachures.

Procédé Nègre. — M. Nègre emploie indifférem-

ment comme substance sensible le bitume de Judée ou la gélatine bichromatée, mais ce qui distingue surtout sa méthode des précédentes, c'est qu'il expose la plaque sous un négatif, au lieu d'employer un positif. Il en résulte qu'au développement la couche sensible est enlevée et le métal mis à nu dans les parties qui étaient cachées par les noirs du négatif et qui par conséquent correspondent aux clairs du modèle. Au contraire le métal reste protégé par le bitume ou la gélatine dans tous les noirs du sujet, et, si l'on dore la planche par les procédés galvaniques, ces parties seront réservées, tandis que les clairs de l'objet prendront seuls la dorure. On enlève ensuite la substance isolante et l'on attaque par l'acide nitrique, qui creuse les noirs, maintenant débarrassés de la gélatine, et respecte les blancs, protégés par la couche d'or. Le grain est donné par un léger réseau d'or déposé sur les endroits protégés par le bitume ou la gélatine.

Gravure par moulage. Procédé Poitevin. — Alphonse Poitevin, qui a le premier utilisé les propriétés de la gélatine bichromatée pour obtenir des épreuves positives inaltérables, a songé aussi à mouler les reliefs produits sur cette substance par l'action de la lumière pour se procurer une planche de gravure. On expose aux rayons lumineux sous un négatif une plaque recouverte de gélatine bichromatée et, après une pose suffisante, on la retire et on la plonge dans l'eau. Sur les parties qui ont été protégées par les noirs du cliché, la gélatine a conservé toutes ses propriétés, elle absorbe l'eau et ne tarde pas à se gonfler. Au contraire, en tous les points qui correspondent aux clairs du négatif et qui ont subi l'action de la lumière,

la gélatine se gonfle peu : la couche impressionnée présente donc alors des reliefs et des creux. On peut obtenir, par les procédés galvaniques, un moule en cuivre de cette surface : les saillies de ce moule représenteront les noirs du modèle, dont les parties claires seront figurées par les creux. On peut se procurer ensuite une planche de cuivre dont les reliefs présentent la disposition inverse, soit en faisant de la même façon un nouveau moulage de la première, soit en remplaçant, pendant l'exposition à la lumière, le négatif par un positif transparent.

Le procédé Poitevin en a fait naître un certain nombre d'autres qui reposent sur le même principe, mais qui diffèrent plus ou moins par les détails et le mode d'exécution. Celui de M. Woodbury et celui de M. Rousselon peuvent être cités parmi ceux qui donnent les meilleurs résultats.

Procédé Woodbury. — M. Woodbury fabrique d'abord une épreuve sur gélatine de la manière suivante : on verse à la surface d'une glace une légère couche de cire, puis de collodion, et enfin une épaisseur assez grande de gélatine bichromatée contenant en suspension un peu d'émeri, de charbon, de verre pilé ou de toute autre poudre dure. La couche est alors détachée de la plaque de verre et exposée sous un négatif du côté du collodion. Quand la pose est terminée, on fixe de nouveau la pellicule à la surface d'une plaque de verre avec une solution de caoutchouc, afin de la maintenir, et on développe au moyen d'eau tiède. On détache une seconde fois la couche impressionnée, on l'applique sur une feuille de plomb ou de métal mou et l'on soumet le tout à une pression très-

énergique. Les creux et les saillies de la gélatine qui représentent le dessin se trouvent alors reproduits à la surface du métal, et le contact avec la gélatine mélangée d'une poudre dure donne un pointillé très-délicat et un grain plus ou moins serré suivant l'épaisseur de la couche gélatineuse en chaque point. On se procure enfin par la galvanoplastie un ou plusieurs clichés aciérés semblables à la feuille de plomb, et l'on tire en taille-douce.

Procédé Geymet. — Dans cette méthode, on obtient le grain qui est, comme nous l'avons dit, indispensable pour la gravure, pendant l'impression par la lumière. Pour cela, on prend une plaque de cuivre grainée en plein à la résine ou par tout autre procédé ; on l'encre à la manière ordinaire et on la recouvre d'une couche de collodion résiné, qui, une fois séchée, s'enlève facilement en emportant l'encre. On a donc ainsi une pellicule mince couverte d'un grain uniforme et on l'interpose entre le cliché et une feuille de papier recouverte de gélatine bichromatée, puis on expose le tout à la lumière. Le grain se fait à peine sentir sur les parties claires du modèle qui sont protégées par les noirs du cliché, mais il s'accentue davantage sur les parties exposées au jour.

Après la pose, on plonge le papier dans l'eau froide avec une plaque de verre albuminée ou de cuivre, sur laquelle on applique la couche impressionnée. On fait adhérer par pression, puis l'on développe à l'eau tiède comme pour le procédé au charbon, et l'on a sur le verre ou le métal une image dont les reliefs, formés par la gélatine devenue insoluble, représentent les ombres du sujet. On lui donne une plus grande résistance en

la plongeant dans l'alun, puis on métallise les reliefs et l'on fait un moule de l'épreuve par la galvanoplastie. C'est ce moule qui est employé pour la gravure.

Procédé Rousselon. — Citons enfin, pour terminer cette rapide énumération des méthodes de gravure par moulage, le procédé de M. Rousselon qui est employé avec succès par la maison Goupil et donne des planches d'une finesse remarquable. Il se distingue des précédents en ce que le grain résulte d'une action chimique qui se produit dans la gélatine elle-même au moyen de substances qu'on y a ajoutées et que l'auteur n'a pas fait connaître. A part cela, la préparation de la planche ressemble beaucoup à celle des planches de photoglyptie de M. Woodbury, dont nous parlerons bientôt. On fait d'abord, suivant les méthodes ordinaires, une épreuve positive sur gélatine bichromatée, en exposant la couche sensible de gélatine sous un négatif ; le développement à l'eau tiède donne des reliefs qui représentent les ombres. On dispose alors la couche impressionnée sur une feuille d'un métal mou et l'on soumet à une forte pression à l'aide d'une presse ou d'un laminoir, ce qui permet d'obtenir des planches de grande dimension : loin d'être écrasée, la gélatine pénètre dans le métal et y laisse son empreinte par un véritable moulage. L'image sur métal présente bien alors les ombres en creux, mais elle n'est pas assez résistante pour être employée directement à l'impression. On en fait donc par la galvanoplastie un premier moule dans lequel on obtient ensuite autant de copies de la première planche métallique que l'on en désire. Ces copies sont ensuite aciérées, pour les rendre plus résistantes, et servent pour l'impression.

Quand la couche d'acier commence à s'user, on peut en déposer une nouvelle, et les planches peuvent servir encore.

On voit par ce qui précéde que la principale difficulté de la gravure photographique réside dans la production du grain qui est indispensable, et que jusqu'à présent les procédés par moulage sont ceux qui ont donné les meilleurs résultats.

Photoglyptie. — Nous signalerons encore le procédé inventé par un photographe anglais dont nous avons déjà cité le nom, M. Woodbury, et qu'on désigne sous le nom de *photoglyptie.* C'est certainement un des plus curieux parmi les procédés dérivés de celui de Poitevin. Tandis que les méthodes précédentes donnent des épreuves qui ressemblent plus ou moins aux gravures en taille-douce, les images photoglyptiques ressemblent aux photographies ordinaires et peuvent souvent les remplacer. On n'a donc pas à se préoccuper d'obtenir sur la planche des traits ou un grain ; il suffit que les ombres soient figurées en creux sur le moule, puisqu'elles doivent être représentées sur l'épreuve par des teintes continues.

On fait d'abord un moule en plomb à peu près comme dans le procédé Rousselon, mais sans aucun grain, et l'on emploie directement ce moule pour l'impression, qui se fait aussi par une méthode très-originale. Voici comment on procède. On se procure d'abord une épreuve positive sur gélatine bichromatée. On fait une dissolution de 125 gr. de gélatine dans 600 gr. d'eau. On clarifie à l'aide d'un blanc d'œuf et on filtre ; puis on ajoute pour 250 centim. cubes de la dissolution 8 gr. de bichromate

d'ammoniaque dissous dans 20 gr. d'eau chaude; on colore le mélange avec du bleu de Prusse pour permettre dans le développement d'observer avec plus de facilité la formation du relief. Cette liqueur étant bien chaude, on la verse sur une glace qu'on a préalablement recouverte d'une couche de collodion riciné ou bien d'une feuille de talc ou de mica ; on laisse sécher dans l'obscurité et l'on détache la pellicule avec le mica ou le collodion qui la supporte. On expose ensuite cette couche sensible sous un négatif, le mica ou le collodion étant placé du côté du cliché, pour éviter le renversement, et, après un temps de pose suffisant, quinze à vingt minutes en général, on fixe la pellicule impressionnée sur une glace enduite d'une solution de caoutchouc et on révèle l'image en laissant séjourner pendant environ vingt-quatre heures dans l'eau tiède, puis on sèche. En tous les points qui correspondent aux clairs du modèle, et qui ont par suite été protégés par les noirs du cliché, la gélatine s'est dissoute, tandis que dans les autres parties elle est devenue insoluble et représente en relief les ombres du sujet.

La couche de gélatine ainsi gravée par l'action de la lumière est alors disposée sur une plaque d'acier et l'on applique sur la surface impressionnée une plaque d'un alliage mou, formé de plomb et d'antimoine, puis, au moyen d'une presse hydraulique, on exerce sur l'ensemble une pression considérable, au moins cinq cents kilogrammes par centimètre carré. On pourrait croire que dans ces conditions la gélatine est écrasée et que l'épreuve est complètement détruite : il n'en est rien cependant : la couche impressionnée a

pris en séchant une dureté suffisante pour laisser sur le métal mou une empreinte bien nette. Il est évident que l'épreuve obtenue ainsi par moulage présente un relief inverse de celui de l'image sur gélatine, de sorte que les ombres du sujet sont figurées en creux et les clairs en saillie.

C'est ce moule en plomb qui sert à donner des positifs sur papier par un procédé d'impression très-original. Le moule, légèrement graissé, est placé horizontalement ; on verse à sa surface une encre fluide, formée d'une solution tiède de gélatine colorée ; on applique par dessus un papier satiné et l'on presse modérément. La pression fait sortir l'excès du liquide, qui abandonne les saillies et reste seulement dans les creux du moule. Au bout de quelques instants, l'encre est devenue solide et a quitté complètement le moule pour s'attacher au papier : elle forme sur celui-ci une image positive d'abord en relief. A mesure que la gélatine sèche, les saillies de cette épreuve s'effacent, mais il reste des teintes plus ou moins foncées qui reproduisent les ombres et les demi-teintes du modèle. On passe ensuite l'épreuve dans un bain d'alun pour rendre la gélatine insoluble, et l'on peut la satiner, ce qui a l'inconvénient d'ôter un peu de netteté aux détails en écrasant les reliefs, mais produit en revanche un brillant comparable à celui des meilleures photographies.

On peut, au moyen de ce procédé, obtenir environ mille épreuves par jour et le moule peut supporter sans fatigue sensible un tirage de quatre mille exemplaires. Le principal défaut, c'est la difficulté d'obtenir de grandes épreuves, parce qu'il faut alors recourir à

une pression énorme pour faire le moule; néanmoins les perfectionnements apportés depuis l'origine ont permis d'agrandir peu à peu les dimensions des images. La photoglyptie peut en outre donner des épreuves de teinte variée, en colorant la gélatine par des substances diverses. Elle peut encore fournir des images sur verre qu'on utilise pour fabriquer des imitations de vitraux assez répandues aujourd'hui.

Remarquons enfin pour terminer qu'elle se prête parfaitement à tous les genres de sujets, et particulièrement à ceux qui exigent un modelé délicat : aussi est-elle souvent employée pour tirer en grand nombre des portraits de personnages connus ou des reproductions de tableaux célèbres qui présentent absolument l'aspect de belles photographies. Citons notamment les magnifiques épreuves obtenues en France par Lemercier qui essaya l'un des premiers, dès 1851, de transporter sur pierre le cliché photographique. L'essai réussit parfaitement et valut du reste à l'inventeur les plus belles récompenses dans plusieurs expositions. Mais, bien que ce procédé donnât des planches aussi belles et aussi complètes que celles qu'on obtient aujourd'hui, Lemercier dut y renoncer, à cause de la difficulté d'obtenir une production rapide et à bon marché ; mais il importa en France la photoglyptie dès son apparition et parvint à obtenir, par ce procédé, des épreuves qui reproduisent toutes les finesses et tous les détails du modèle. Nos lecteurs peuvent juger de la perfection de ces épreuves par la belle vue photoglyptique de la forêt de Fontainebleau placée en tête de ce volume et que nous devons à l'obligeance de M. Alfred Lemercier.

CHAPITRE II

LA PHOTOLITHOGRAPHIE ET LA PHOTOTYPIE

Photolithographie. — Premiers essais : procédé Barreswill. — Procédé Poitevin. — Emploi d'une couche continue de gélatine : phototypie. — Procédé Tessié du Motay et Maréchal. — Albertypie. — Procédé Obernetter. — La phototypie à la portée de tout le monde. — Autres procédés divers : héliotypie. — Photolithographie par report : photozincographie.

Photolithographie. Premiers essais. — Après avoir passé en revue dans le chapitre précédent les principales méthodes de gravure en creux par la photographie, il nous reste à examiner les procédés de gravure en relief et au moyen de surfaces planes. La gravure en creux fut, comme nous l'avons vu, la première imaginée dès l'époque du daguerréotype. On songea ensuite à utiliser les mêmes procédés pour la préparation des pierres lithographiques, de manière à remplacer le travail du dessinateur par l'action directe de la lumière. De là est née la *photolithographie.*

M. Barreswill a obtenu de bons résultats en opérant à peu près comme dans le procédé de gravure sur métal imaginé par Niepce de Saint-Victor et que nous avons décrit ci-dessus. La pierre lithographique est d'abord couverte d'une dissolution de bitume de Judée dans l'éther qu'on laisse sécher : la surface doit

présenter alors un grain particulier, formé par des rayures croisées. On expose à la lumière sous un négatif, et, après un temps convenable, on révèle l'image en lavant à l'éther qui enlève le bitume partout où les noirs du cliché l'ont protégé contre les rayons lumineux. La pierre est alors mise à nu dans les parties qui correspondent aux clairs de l'objet et couverte de bitume dans les ombres. On peut alors l'enduire d'encre comme on le fait ordinairement ; elle adhère seulement aux endroits recouverts de bitume.

Procédé Poitevin. — A. Poitevin, dont nous avons plusieurs fois déjà signalé les belles découvertes, est parvenu aussi à appliquer à la gravure lithographique les propriétés que possèdent les dissolutions de gélatine, fibrine, albumine, et des substances analogues additionnées d'un bichromate alcalin. On étend sur une pierre lithographique d'un grain très fin une solution d'albumine mélangée de bichromate de potasse, et l'on a soin de bien égaliser la couche à l'aide d'un tampon de vieux linge. On expose ensuite la pierre au soleil sous un négatif pendant environ quinze ou vingt minutes. Lorsque la pose est terminée, on enlève le cliché à l'abri de la lumière et l'on voit le dessin apparaître avec une couleur brune. On mouille alors la surface ; l'albumine absorbe l'eau dans les parties qui ont été protégées par les noirs du cliché et qui par conséquent correspondent aux clairs du modèle ; au contraire, dans les ombres de l'objet, l'albumine est devenue insoluble par l'action de la lumière et ne se laisse pas pénétrer par le liquide. Si ensuite on passe sur la pierre un rouleau enduit d'encre grasse, celle-ci adhère seulement aux points où la couche impres-

sionnée est devenue insoluble et ne s'attache pas aux parties mouillées ; elle produit donc un dessin positif avec lequel on tire des épreuves comme on le fait pour les lithographies ordinaires.

Différentes modifications furent apportées au procédé de Poitevin, notamment par MM. Rousseau et Musson, et par M. Morvan.

Photolithographie sur couche continue de gélatine : phototypie. — Dans les procédés que nous venons de décrire, la couche sensible n'adhère à la pierre que dans les parties impressionnées, où elle sert à retenir l'encre comme le ferait le crayon du dessinateur ; en tous les autres points, cette couche se détache et laisse à nu la pierre lithographique. Ces premières méthodes ont été remplacées par d'autres dans lesquelles la couche bichromatée joue un rôle plus important ; elle adhère au support sur toute sa surface et le recouvre complètement, de sorte que le choix de celui-ci devient à peu près indifférent. La lumière détermine par son action les réserves nécessaires, et, au lieu d'enlever le mélange sur les parties qui ont été protégées par les ombres du cliché, on se contente de l'humecter d'eau pour empêcher l'encre de s'y fixer. On comprend que, dans ces procédés, la mixtion bichromatée doit adhérer fortement au support. Les procédés fondés sur ce principe constituent la phototypie ; on les nomme souvent aussi procédés aux encres grasses, dénomination très impropre, puisqu'elle convient aussi bien à tous les modes de gravure photographique.

Procédé Tessié du Motay et Maréchal. — La méthode dont nous venons d'exposer le principe se trouve en germe dans les travaux de Poitevin, mais

elle fut seulement appliquée pour la première fois en 1867 par MM. Tessié du Motay et Maréchal. La couche sensible était un mélange de colle de poisson, de gélatine et de gomme, additionné de bichromates solubles, d'acide chromique et d'autres corps avides d'oxygène. On l'appliquait sur une plaque de cuivre et l'on chauffait plusieurs heures à 50° environ, ce qui lui donnait la résistance voulue. Après l'exposition on lave pour enlever les sels restés solubles, et l'on sèche. Pour procéder à l'impression, on passe sur la planche une éponge humide : les parties non insolées ne sont pas enlevées, mais se gonflent légèrement en absorbant l'humidité. Le relief qui en résulte n'est pas assez fort pour empêcher le rouleau d'atteindre les parties insolées et d'y déposer l'encre, tandis que les surfaces gonflées et humides ne la prennent pas.

Les planches ainsi obtenues avaient le grave inconvénient de s'altérer rapidement et de ne fournir chacune qu'une centaine d'épreuves ; il est vrai qu'on peut se procurer facilement un grand nombre de planches.

Albertypie. — On chercha de tous côtés à remédier au défaut que nous venons de signaler, en donnant à la couche de gélatine une résistance suffisante pour supporter un nombreux tirage. L'un des premiers procédés de ce genre fut imaginé en 1868 par un photographe de Munich, M. Albert, qui lui donna son nom. Il fournit les premières épreuves à l'encre grasse pouvant rivaliser de finesse et de modelé avec les épreuves aux sels d'argent. Il reproduit parfaitement les dessins au crayon, de sorte qu'on distingue difficilement les copies de l'original.

Plusieurs formules sont indiquées pour cette mé-

thode : nous allons les résumer rapidement. La partie caractéristique consiste à remplacer la pierre ou le cuivre par une glace finement dépolie, à la surface de laquelle on étend une première couche d'albumine bichromatée ; puis, après séchage, on expose à la lumière l'envers de la glace, le côté préparé reposant sur un fond noir. La couche de gélatine ainsi insolée devient insoluble dans la portion qui touche à la glace, de sorte qu'elle adhère fortement. Après cette opération, qui a pour but de rendre la planche plus résistante, on procède à peu près comme dans les méthodes précédentes. On étend par-dessus la première une seconde couche formée d'albumine, de bichromate et de colle de poisson fraîche. La surface de la première n'ayant subi que très faiblement l'action lumineuse est restée capable de se souder avec la seconde. On expose à la lumière sous un négatif retourné et l'on développe à l'eau chaude. Après ces opérations, on plonge la glace dans la glycérine, on l'essuie et on la frotte légèrement avec un morceau de flanelle imbibé d'huile ; puis on procède à l'encrage et l'on tire les épreuves avec une presse lithographique (fig. 66).

Procédé Obernetter. — Un autre photographe de Munich, M. Obernetter, a indiqué à la même époque un procédé un peu différent. La glace est encore recouverte d'une première couche de gélatine qu'on expose comme ci-dessus, puis d'une seconde couche formée de gélatine, d'albumine, de bichromate de potasse et de sucre. Après la pose, on attend quelques minutes dans l'obscurité, et l'on saupoudre de zinc finement pulvérisé qui se fixe sur le sucre partout où la lumière ne l'a pas altéré. On chauffe alors à

200° ou l'on expose à la lumière pour rendre toute la couche insoluble, puis on traite par l'acide chlorhydrique faible, qui agit sur le zinc et l'empêche de prendre l'encre, tandis qu'elle s'attache très-bien aux autres parties. Ces deux procédés se prêtent à un tirage très nombreux.

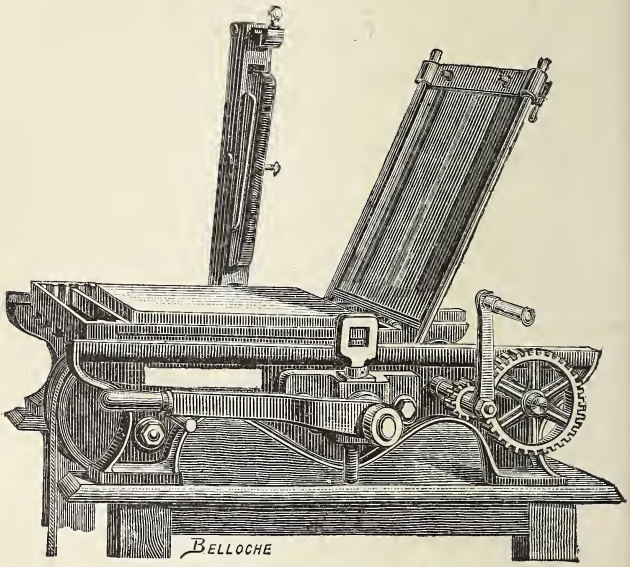


Fig. 66. — Presse phototypique (Poirier).

Autres procédés divers. — Un grand nombre de procédés analogues ont été proposés depuis cette époque, et tous se sont préoccupés de rendre la gélatine parfaitement adhérente au support. M. Watterhouse et M. Borlinetto emploient une plaque de verre recouverte d'une seule couche de gélatine; après l'expo-

sition de la surface sensible sous un négatif retourné, on place cette surface sur une étoffe noire et l'on expose de nouveau, mais par le dos de la glace, pour durcir la portion de la gélatine qui est en contact avec le verre. On produit ainsi l'adhérence sans avoir recours aux deux couches.

D'autres inventeurs sont revenus aux plaques de métal. M. Geymet emploie des plaques de cuivre; M. Rodrigues prend des plaques de zinc et enlève complètement la gélatine par l'eau chaude dans les parties qui ont été protégées par les noirs du cliché; son procédé se rapproche donc tout à fait, comme on le voit, de celui de Poitevin.

Dans d'autres procédés, la couche de gélatine bichromatée est assez résistante pour qu'on puisse la détacher du support sur lequel elle a été préparée. On la colle sur un support provisoire au moment de faire le tirage. Tels sont les procédés de M. Edwards (héliotype), de M. Marion, de M. Fleury-Hermagis (papyrolithe).

Dans le procédé de la compagnie héliotype (procédé Edwards) on prépare sur glace une couche de gélatine bichromatée assez épaisse que l'on détache après dessiccation. La gélatine est exposée sous un cliché, puis on place le côté impressionné sur un fond noir et on expose par le dos pour rendre la gélatine insoluble de ce côté; on lave et, pour procéder à l'impression, on colle sur un support quelconque à l'aide d'une dissolution de caoutchouc; enfin on mouille et on encre.

Spécimen de reproduction héliotypique. — Nous donnons un joli spécimen de reproduction héliotypique dû à MM. Emrik et Binger, de Haarlem. Cette épreuve a été obtenue à l'aide d'une couche de géla-

tine bichromatée produite sur verre et tirée à l'encre grasse avec un rouleau. L'héliotypie donne avec rapidité des épreuves inaltérables, et se prête également bien à la reproduction des clichés pris sur nature ou d'après des dessins ; elle fournit un grand nombre d'applications nouvelles, surtout pour les œuvres scientifiques.

Nous devons signaler aussi les tentatives faites depuis quelque temps pour mettre la phototypie à la portée

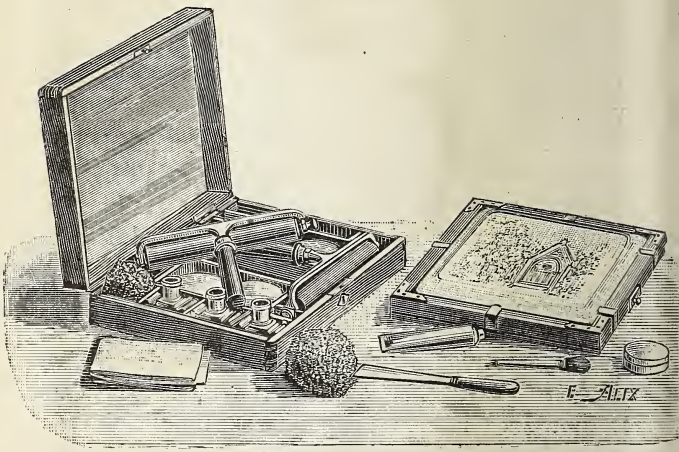


Fig. 67. — Presse phototypique, autocopiste spécial (Faller).

de tous les amateurs. On a construit dans ce but de petits appareils tels que celui de la fig. 67. Il contient une plaque de gélatine toute préparée sur parchemin : il n'y a qu'à l'impressionner et à tirer les épreuves. On obtient ainsi de bons résultats ; mais ces appareils exigent une certaine habileté.

Photolithographie par report. — Le *report* con-

ÉPREUVE HÉLIOTYPIQUE D'UN CLICHÉ

PRIS D'APRÈS NATURE ET IMPRIMÉ PAR EMRIK & BINGER HAARLEM (HOLLANDE)

siste à produire, avec une encre spéciale dite de report, sur une feuille provisoire, un dessin qu'on applique ensuite, en comprimant légèrement, sur une surface lithographique ; l'encre adhère par la pression, et le dessin, reporté sur cette nouvelle surface, peut être préparé et imprimé à la manière ordinaire.

Le report peut s'appliquer à la photolithographie, et l'on a imaginé plusieurs procédés de ce genre, dont nous indiquerons seulement le principal. Une feuille de papier de bonne qualité est recouverte de gélatine bichromatée et exposée sous un négatif. Après ces opérations, qui ne diffèrent pas sensiblement de plusieurs des méthodes précédentes, on couvre toute la surface d'encre de report qui s'attache aux parties insolées. On mouille ensuite pour enlever l'encre et la gélatine restée soluble, et l'on reporte par une légère pression le dessin ainsi obtenu sur pierre ou sur zinc.

Citons notamment le procédé de *photozincographie* indiqué en 1860 par le colonel James et employé en Angleterre pour des reproductions de cartes, plans, gravures, etc. Le papier qui sert de support provisoire a l'inconvénient de pouvoir se dilater par l'humidité et de se resserrer par la dessiccation, ce qui déforme l'image. M. Rodrigues le remplace par une feuille d'étain très mince. Outre le défaut que nous venons de signaler, les procédés de report en ont encore un autre : si l'encre est en couche mince, l'apprêt et la morsure des surfaces lithographiques ne peuvent se faire que légèrement ; si elle est en couche épaisse, la pression l'écrase et élargit les traits. En outre, le grain du papier altère la finesse des images.

CHAPITRE III

LA PHOTOTYPOGRAPHIE

Son importance. — Insuffisance des procédés par moulage. — Procédés par réserves. — Paniconographie. — Préparation des planches. — Gillotage. — Photogravure directe. — Chromotypographie. — Autres procédés.

Importance de la phototypographie. — Moins avancée peut-être que la gravure en creux, la phototypographie donne cependant déjà de bons résultats : seule elle se prête aux illustrations dans le texte. Les épreuves obtenues par les autres modes de gravure peuvent bien être insérées dans un livre, mais elles doivent être tirées à part sur des feuilles distinctes et avec des presses spéciales, et intercalées à la reliure. Au contraire, la phototypographie donne des planches dont les noirs sont en relief et qui peuvent être placées au milieu des caractères d'imprimerie, de sorte que le tirage se fait en même temps que celui du texte. La photographie trouve de ce côté une application d'autant plus utile que les gravures sur bois sont d'un prix assez élevé.

Insuffisance des procédés par moulage. — La planche phototypographique doit présenter des traits plus espacés que la gravure en creux ou un grain

Fig. 68. — Reproduction par la photogravure d'un dessin japonais (procédé Gillot).

plus large ; il faut, en outre, que tous les noirs soient dans un même plan pour qu'ils soient tous encrés en même temps par le rouleau. Telles sont les principales difficultés à vaincre.

Il semble que les méthodes indiquées pour la gravure en creux devraient toutes convenir à la gravure en relief, à la seule condition de faire de la planche en creux un moulage soit par la galvanoplastie, soit à l'aide d'un métal fusible. Mais en réalité les méthodes de gravure par moulage, dont Poitevin avait indiqué dès 1855 l'application à la typographie, ne donnent pas en général de bons résultats ; car les reliefs de l'image sur gélatine sont plus ou moins forts et en même temps plus ou moins hauts, de sorte qu'on ne peut pas avoir sur le moulage toutes les ombres dans un même plan.

Procédés par réserves. — C'est donc seulement par l'emploi des réserves et des mordants qu'on a pu réussir jusqu'ici. Voici les méthodes employées.

Paniconographie. — On songea d'abord à utiliser les pierres lithographiques, et l'on obtint facilement à leur surface le relief typographique par des morsures d'acide, mais ces pierres étaient incapables de résister au tirage et se broyaient sous l'action de la presse. Pour remédier à ce défaut, on imagina vers 1855 d'obtenir le relief sur métal par un report lithographique. Le zinc fut choisi de préférence parce qu'il se prête plus facilement à la morsure chimique.

Ce procédé, connu sous le nom de *paniconographie*, servit à l'impression typographique des dessins de Daumier, Gavarni, Bertall, Cham, etc., et est encore exclusivement employé pour les dessins humoris-

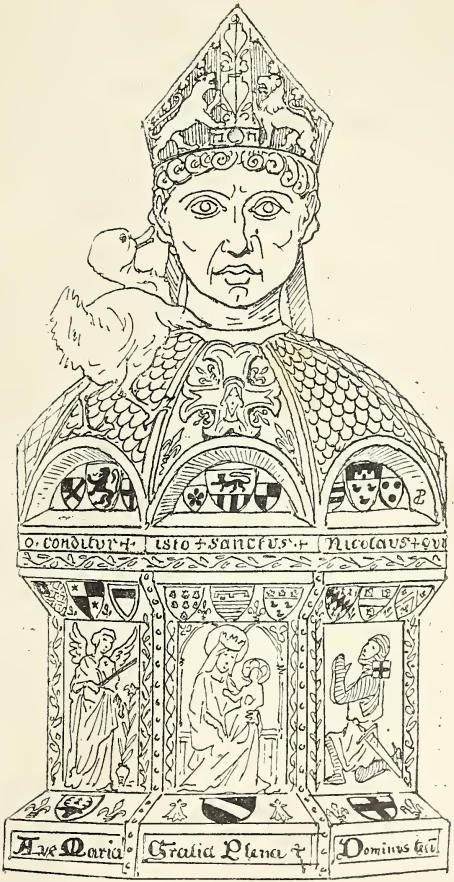


Fig. 69. — Spécimen de paniconographie (procédé Michelet).

tiques de Léonce Petit, Draner, Grévin, etc., en un mot pour tous les dessins au trait. Nous donnons ci-contre un spécimen de reproduction par ce procédé, obtenu (fig. 69) d'après autographie et provenant des ateliers de M. A. Michelet, photograveur. Malgré son utilité incontestable et son nom quelque peu ambitieux, la paniconographie ne convenait pas à tous les genres d'illustration et ne pouvait s'appliquer aux dessins ombrés.

C'est seulement vers 1872 qu'on eut l'heureuse idée de remplacer le report lithographique par un négatif obtenu par la photographie. Ce fut l'apparition de la photogravure proprement dite.

Préparation des planches. — Il faut d'abord obtenir le dessin sur la planche, ce qui peut se faire soit directement en sensibilisant cette planche et l'exposant sous un cliché, soit aussi par report. Le cliché dont on fait usage doit, comme pour les reproductions de cartes et de gravures, être heurté et présenter des noirs intenses et des blancs très purs. Si l'on emploie un cliché au collodion humide, il est bon de le renforcer d'abord au bichlorure de mercure, puis au sulfhydrate d'ammoniaque. Le plus souvent, il est indispensable de le retourner ; cependant quelques procédés utilisent les négatifs non retournés.

Si l'on veut produire le dessin directement sur la planche sans faire usage du report, on se sert ordinairement de plaques de zinc de 4 à 5 millimètres d'épaisseur qu'on enduit d'une couche sensible. La gélatine bichromatée, se laissant rapidement attaquer par les acides, donne des traits peu réguliers, de sorte qu'on lui préfère le bitume de Judée dissous dans la

benzine additionnée d'essence de lavande ou de citron. Après l'exposition sous un cliché généralement retourné, on développe à l'eau tiède pour la gélatine bichromatée, à l'essence de térébenthine pour le bitume de Judée. On fait alors une première morsure très légère, et l'on applique l'encre grasse qui adhère seulement sur les parties insolubles, c'est-à-dire sur les ombres du modèle. Il reste alors à creuser les clairs par l'acide.

Les opérations qui précédent peuvent aussi se faire par report. On fait alors l'image sur un support quelconque, papier, feuille d'étain, etc., et l'on reporte par pression sur la plaque de zinc, comme nous l'avons expliqué dans le chapitre précédent.

Procédé Gillot. — Lorsque l'image est ainsi obtenue, elle est plane : les noirs sont représentés par la couche sensible et les clairs par la surface du métal mise à nu ; il reste à lui donner le relief nécessaire aux planches typographiques en creusant les clairs. Le procédé le plus employé, inventé par Gillot (1) en 1866, porte le nom de *gillotage*. Il est appliqué aujourd'hui par son fils et par beaucoup d'autres graveurs qui obtiennent de très-bons résultats.

Il consiste à attaquer la surface du zinc par l'acide nitrique étendu : mais l'opération ne peut se faire en

(1) C'est à Firmin Gillot que sont dus les principaux procédés de phototypographie. Il fit en 1848 les premiers essais de paniconographie, et publia dès 1855 des planches en couleurs. Ses travaux furent continués par son fils, Ch. Gillot, qui fit breveter en 1878 un procédé *dit à la roulette* pour l'obtention des clichés typographiques imitant la gravure sur bois, et publia à partir de 1881 des gravures en couleurs obtenues par les procédés photographiques.

une seule fois, parce que l'acide, tout en dissolvant la surface, attaquerait aussi les parois verticales des cavités ainsi produites. Par suite de cette opération les creux iraient en s'élargissant vers le fond, et les traits fins, se trouvant minés par dessous, n'auraient pas une résistance suffisante, de sorte que la planche serait bientôt hors de service. Pour obtenir la solidité nécessaire, il faut au contraire que la largeur des creux aille en diminuant depuis la surface jusqu'au fond, et que l'intervalle de deux traits voisins présente par conséquent une section en forme de V. Ce résultat est obtenu dans le gillotage au moyen de morsures répétées, entre lesquelles on masque les parois des cavités déjà creusées pour les garantir contre l'action de l'acide. Voici comment on procède.

L'image ayant été obtenue directement ou par report sur la plaque de zinc, on humecte la surface d'eau gommée et l'on passe un rouleau couvert d'encre lithographique additionnée de cire blanche et de vernis lithographique. Après cette opération, qui donne à l'image un léger relief et une plus grande résistance à l'action de l'acide, on laisse sécher et on couvre de colophane en poudre impalpable, qui n'adhère que sur les parties encrées. On enduit alors d'une solution de gomme laque les bords de la plaque et les grands espaces clairs, afin de réserver ces parties pour mieux supporter le rouleau et donner un meilleur encrage dans les opérations suivantes : on les enlève mécaniquement à la fin au moyen de la scie ou de l'échoppe.

Ces précautions prises, on fait une première morsure en plongeant la planche dans une cuve en gutta-

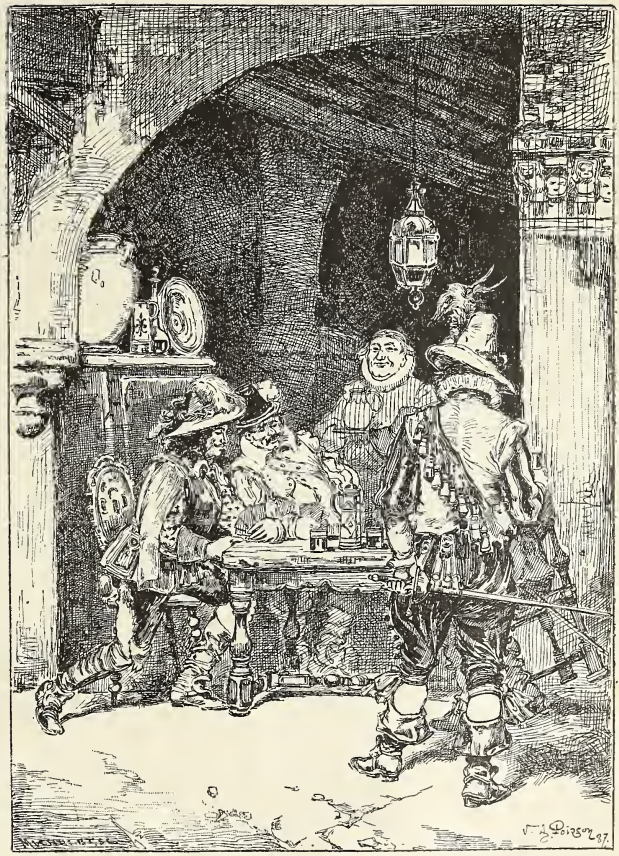


Fig. 70. — Spécimen de photogravure ordinaire (procédé Michelet).

percha pleine d'acide nitrique faible ; l'acide attaque le zinc en formant du nitrate de zinc qui se dissémine dans toute la masse liquide, grâce à l'agitation continuelle qu'un mécanisme communique à la cuve ; mais, comme le liquide s'appauvrit en acide, un flacon en laisse tomber goutte à goutte, pour éviter l'affaiblissement de l'action. Après un temps suffisant, on retire la planche, on la lave, on l'essuie et on la dispose sur une plaque de fonte chauffée ; l'encre résineuse fond et coule légèrement tout autour des saillies, de sorte qu'elle couvre les parois inclinées des parties creusées et remplit même complètement les petites cavités qui séparent les traits les plus voisins ; elle les préserve ainsi de toute action ultérieure, qui pourrait enlever de la solidité ou détruire ces traits.

Cette opération terminée, on procède à un deuxième encrage suivi d'une nouvelle morsure et l'on continue jusqu'à ce que la résine ferme les creux les plus profonds, ce qui demande de six à neuf morsures. Les parois des cavités sont alors formées par une série de gradins dus aux morsures successives de l'acide : si l'on veut enlever ces gradins et régulariser la pente des talus, on nettoie la plaque à la potasse et l'on encre de nouveau en faisant tout de suite descendre le liquide résineux jusqu'à la moitié ou au tiers de la profondeur et l'on fait une nouvelle série d'opérations en laissant descendre l'encre de moins en moins, de façon à remonter en quelque sorte les talus. L'acide ronge alors les gradins et les remplace par une pente à peu près lisse. Les morsures terminées, on nettoie la plaque et l'on enlève à la scie les bords et les clairs qui n'ont pas été rongés.

Fig. 71. — Spécimen de photogravure directe (procédé Michelet).

Fig. 72. — Spécimen de photogravure directe (procédé Michelet).

Dans des conditions favorables, on peut faire dans une journée toutes les opérations relatives à un même dessin, quelque compliqué qu'il soit, ce qui est un grand avantage pour les illustrations et les dessins d'actualité.

Nous donnons, au commencement et à la fin de ce chapitre, deux jolies reproductions de dessins japonais dues à M. Gillot fils (fig. 68 et 73), et page 281 celle d'un dessin à la plume, due à M. A. Michelet (fig. 70).

Photogravure directe. — Malgré les avantages du procédé précédent, il semble qu'il doive se borner à la reproduction de dessins présentant déjà les traits et les tailles indispensables, et qu'il lui est interdit de reproduire les lavis, les aquarelles, les photographies ou même les objets naturels. Pour tourner cette difficulté et introduire sur le cliché photographique les tailles nécessaires, on interpose entre l'objectif et le modèle, au moment de la pose, une trame d'une finesse extrême. La préparation de la planche se fait comme plus haut, mais avec beaucoup plus de précautions. Les encrages surtout demandent un soin tout particulier, et il est nécessaire de faire à la main de savantes retouches pour corriger l'aplatissement produit par cette trame artificielle. Ce procédé est désigné sous le nom de photogravure directe, parce qu'il permet de reproduire directement les objets pris dans la nature même. Le lecteur peut juger des résultats obtenus par les deux spécimens ci-joints, représentant un portrait et un paysage, qui sont dus à M. Michelet (fig. 71 et 72).

Chromotypographie. — La photographie s'est emparée aussi, au moins en partie, de la chromoty-

pographie. La photogravure directe donne un premier cliché qui sert pour ainsi dire à faire la mise en place. On fait ensuite autant de *faux-décalques* qu'on doit tirer de planches, et sur chacun d'eux on réserve à la main les parties qui doivent être imprimées en couleur. Ce travail de décomposition des couleurs est très minutieux, mais donne une reproduction pour ainsi dire textuelle avec une grande économie de temps et de main-d'œuvre. De plus, à l'aide des morsures dégradées qu'on emploie pour ce procédé, il est

Fig. 73. — Reproduction par la photogravure d'un dessin japonais (procédé Gillot).

constaté que six couleurs en typographie correspondent à un nombre double en lithographie.

Nous n'avons pas besoin d'insister sur les immenses avantages que présentent les procédés de gravure photographique au point de vue de la vulgarisation des chefs-d'œuvre des grands artistes.

Autres procédés. — Des essais ont été tentés aussi pour transformer en planche typographique le cliché lui-même, mais sans qu'on ait obtenu jusqu'ici, croyons-nous, de résultats vraiment industriels.

CHAPITRE IV

LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

Premiers essais de reproduction des couleurs. — Expériences de M. Ed. Becquerel, de Niepce de Saint-Victor, de Poitevin. — Héliochromie : procédés de M. Ducos du Hauron, de M. Cros. — Photochromie : procédé de M. L. Vidal.

Premiers essais de reproduction des couleurs. — Malgré les immenses progrès accomplis depuis la découverte de Niepce et de Daguerre, une partie seulement du problème primitif a été résolue et l'autre n'a pas encore reçu de solution satisfaisante. On sait aujourd'hui reproduire avec toute la netteté et la finesse désirables les contours de l'image formée dans la chambre noire, on sait transformer l'épreuve en une planche de gravure; on peut même obtenir la valeur relative exacte des différentes teintes de cette image, mais on ne sait pas encore fixer sur la plaque sensible les couleurs brillantes qui constituent l'un des principaux attraits de cette image.

Ce n'est pas que cette partie de la question n'ait attiré depuis longtemps l'attention des inventeurs ; on s'en est préoccupé dès l'origine même de la photographie, mais les images fugitives qu'on a obtenues n'ont pu être fixées et l'on a dû chercher des solutions indi-

rectes. Pour obtenir des résultats complètement satisfaisants, il faudrait trouver d'abord une substance sensible capable de reproduire exactement toutes les couleurs et ensuite une autre substance qui puisse fixer l'image sur la plaque sans lui faire rien perdre de ses colorations.

Seebeck et J. Herschell ont vu les premiers le chlorure d'argent prendre quelques nuances analogues aux couleurs avec lesquelles on l'éclairait : M. Hunt, en 1840, refit la même expérience avec des verres colorés.

Expériences de M. Becquerel, de Niepce de Saint-Victor, de Poitevin. — Quelques années après, en 1847, M. Ed. Becquerel parvint à photographier le spectre solaire dans tout son éclat au moyen du chlorure d'argent. La plaque sensible était préparée par l'électrolyse de l'acide chlorhydrique. Pour cela, il prenait une feuille de cuivre plaqué d'argent et la mettait dans de l'eau acidulée au $\frac{1}{5}$ par l'acide chlorhydrique, en face d'une lame de platine disposée parallèlement ; il faisait communiquer la première avec le pôle positif et la seconde avec le pôle négatif d'une pile, de manière à décomposer l'acide. On sait que dans ces conditions le chlore se porte à l'électrode positive, c'est-à-dire sur la lame d'argent qu'il recouvre de chlorure. A mesure que l'opération s'avance, le dépôt augmente d'épaisseur, et en même temps sa couleur varie. On arrête quand il prend pour la seconde fois une teinte violet-rose.

Si l'on reçoit un spectre solaire sur une plaque ainsi préparée, chaque point de la couche sensible prend la couleur des rayons qu'il reçoit. L'image s'étend même

au delà des limites du spectre visible, et les radiations ultra-violettes produisent sur la plaque une teinte grise. Les couleurs d'abord pures et faibles deviennent ensuite plus marquées, mais s'assombrissent en même temps, et, si la pose se prolonge, il ne reste qu'une teinte métallique. L'image peut être conservée quelques instants dans l'obscurité, mais elle s'efface peu à peu. Si l'on a recuit la plaque à 80° ou 100° pendant quelques minutes dans l'obscurité, elle prend une couleur bois, mais elle acquiert la propriété de s'impressionner en blanc par la lumière blanche, qui, sans cette précaution, lui donnait au contraire une teinte noire. Le spectre s'y imprime alors avec des couleurs vives et claires.

M. Becquerel obtint aussi la reproduction d'une gravure coloriée en l'appliquant sur la couche sensible et exposant le tout au soleil ; il reproduisait de même les images de la chambre noire avec toutes leurs couleurs. Malheureusement ces intéressants résultats n'eurent aucune conséquence pratique ; les images disparaissaient très vite et ne laissaient, quand on voulait les fixer, qu'un dessin noir.

Niepce de Saint-Victor arriva aussi à reproduire des estampes et obtint des résultats très curieux au point de vue scientifique. Ainsi il reconnut qu'une plaque argentée, immergée dans une solution de chlore, reproduit le plus facilement telle ou telle des couleurs du spectre suivant la proportion de chlore, et qu'en ajoutant au liquide une petite proportion d'un chlorure métallique on obtient le mieux la couleur que ce métal peut communiquer à une flamme. On sait par exemple que le sodium donne à la flamme

d'une lampe à alcool une coloration jaune ; par conséquent l'addition d'une faible quantité de chlorure de sodium permettra à la plaque de reproduire le jaune avec plus d'intensité que les autres couleurs. Mais Niepce de Saint-Victor n'arriva pas plus que M. Becquerel à fixer les images colorées.

A. Poitevin, dont nous retrouvons le nom dans toutes les branches de la photographie, a obtenu aussi des résultats analogues en employant un papier au sel d'argent recouvert d'un mélange de bichromate alcalin, de sulfate de cuivre et de chlorure de potassium. Il reproduisait ainsi le spectre solaire, surtout le rouge, l'orangé et le jaune, et copiait en dix minutes des peintures transparentes sur verre.

Héliochromie. — L'insuccès des premières tentatives que nous venons de rapporter a engagé les inventeurs à chercher une solution indirecte de la question. Ne pouvant obtenir et fixer sur la plaque sensible toutes les couleurs à la fois, on a essayé de les reproduire séparément par la superposition d'un certain nombre d'images monochromes. Deux procédés analogues ont été indiqués à peu près en même temps en 1869 par MM. Cros et Ducos du Hauron.

Procédé Ducos du Hauron. — Les couleurs des corps qui nous entourent sont dues, comme on le sait, à ce qu'ils diffusent ou transmettent inégalement les différents rayons qui composent la lumière blanche ; ces couleurs sont donc formées par le mélange en proportion variable des diverses radiations du spectre solaire, et l'on pourra les reproduire toutes en mélangeant convenablement les sept couleurs principales du spectre. On peut même simplifier encore le problème :

bien que toutes les colorations du spectre soient simples et qu'aucune d'elles ne soit formée par le mélange des teintes voisines, nous pouvons cependant peindre un spectre à l'aide seulement de trois couleurs : le rouge, le jaune et le bleu, les quatre autres pouvant être obtenues par des mélanges convenables des trois premières. Nous pourrons donc, en somme, représenter tous les corps en employant seulement trois matières colorantes.

Il résulte de ce qui précède qu'on pourra reproduire un sujet avec toutes ses couleurs en superposant trois épreuves monochromes, l'une rouge, la seconde jaune et la troisième bleue. Quant aux autres teintes, elles figureront à la fois sur deux ou trois des épreuves et seront représentées par la superposition de deux ou trois couleurs.

Il faut donc se procurer d'abord trois clichés correspondant aux trois couleurs indiquées ci-dessus. On prend d'abord un verre vert, couleur complémentaire du rouge, et on le dispose devant l'objectif; il laisse passer seulement les rayons jaunes, verts et bleus et arrête les rayons rouges ; par conséquent la plaque sensible est impressionnée seulement dans les parties jaunes, vertes et bleues de l'image, qui, au développement, prendront une teinte foncée, tandis que, dans les parties rouges, la couche sensible n'ayant reçu aucune impression, le cliché restera parfaitement transparent.

On prépare ensuite une feuille de papier comme pour le tirage au charbon, mais en se servant d'une matière colorante rouge, et on l'expose sous le cliché précédent. Sous les parties transparentes du négatif, qui correspondent aux points rouges du sujet,

la gélatine devient insoluble et retient la matière colorante ; sous les parties vertes, bleues et jaunes, qui sont représentées par des ombres, la gélatine est protégée et elle disparaît au développement, entraînant avec elle la matière colorante. On aura donc un positif reproduisant seulement les parties rouges ou contenant du rouge, le reste de la surface étant resté à nu.

Telle est la marche à suivre pour obtenir l'épreuve rouge. On fait de même un cliché jaune à travers un verre violet et un cliché bleu à l'aide d'un verre orangé, puis, au moyen de ces deux négatifs, on tire deux positifs, l'un sur une matière colorante jaune, l'autre sur une substance bleue. Les trois positifs sur papier transparent sont ensuite superposés à l'aide d'un repérage exact, et le mélange des trois teintes monochromes reproduit les couleurs du modèle.

Dans cette méthode il est indispensable de choisir avec soin les verres colorés à travers lesquels on prend les clichés. M. Ducos du Hauron préparait les plaques sensibles avec un collodion contenant 3 gr. de bromure de cadmium pour 100 centim. cubes, et il sensibilisait au moyen d'un bain d'argent à 20 %. Le négatif jaune s'obtient facilement, parce que les rayons qui traversent le verre violet sont ceux qui possèdent le plus grand pouvoir actinique ; mais les deux autres verres ne laissent passer que des radiations peu actives, ce qui oblige à poser très longtemps. Aussi l'auteur a-t-il recommandé en dernier lieu d'ajouter pour ces deux cas des substances qui augmentent la sensibilité : pour le négatif rouge, on teinte le collodion avec une dissolution d'aurine ou de coral-

line ; pour le négatif bleu, on emploie la chlorophylle.

Remarquons enfin qu'on peut, à l'aide des trois clichés, faire trois planches de lithographie ou de gravure en creux qui permettront de tirer des épreuves monochromes de trois couleurs différentes qu'on superposera comme ci-dessus.

Procédé Cros. — Il ne diffère du précédent que par des détails. Au lieu de verres colorés, c'est à travers des dissolutions titrées de substances de couleurs différentes qu'on prend les trois négatifs.

Outre la superposition des trois positifs monochromes, l'auteur indique plusieurs manières de reconstituer l'image complète, par exemple l'emploi du phénakisticope, ou bien la superposition sur un écran des trois images données par des miroirs ou obtenues en projetant les trois positifs et éclairant chacun avec la lumière monochromatique qui lui convient.

Photochromie: procédé L. Vidal. — Ce procédé, qui a été appliqué industriellement, notamment à la reproduction d'objets d'art provenant du musée du Louvre, est plus avancé que les précédents au point de vue pratique, mais il leur est très inférieur au point de vue théorique. La lumière n'y joue qu'un rôle accessoire et c'est par les procédés de la retouche qu'on obtient l'effet cherché.

On prend du modèle une série de clichés identiques, soit directement, soit en reproduisant le premier, puis on fait sur chacun d'eux, à la main, les réserves nécessaires pour la couleur à laquelle il est destiné : ainsi, sur le cliché rouge, on masque toutes les parties qui sur le positif ne doivent pas contenir de rouge. On

peut aussi n'employer qu'un seul cliché et faire les réserves sur des feuilles de papier très mince qu'on place entre le cliché et le papier positif pour le tirage. Mais ici, comme la lumière n'est plus chargée de faire l'analyse des couleurs, il est utile d'avoir recours à un plus grand nombre d'épreuves monochromes. Les positifs transparents sont développés sur un support provisoire et appliqués sur le support définitif dans l'ordre convenable pour avoir le meilleur effet. On recouvre généralement d'une dernière épreuve d'une teinte neutre, très légère, ou même d'une photographie complètement transparente pour accentuer les modelés et les ombres. On peut aussi étendre d'avance sur le support définitif une ou plusieurs teintes plates pour diminuer le nombre des épreuves ; c'est ainsi qu'on reproduit les objets argentés en appliquant une photographie transparente sur un papier métallique.

CHAPITRE V

LA PHOTOGRAPHIE INSTANTANÉE

Les merveilles de la photographie instantanée. — Procédés de photographie instantanée. — Influence du sujet, de la lumière, du diaphragme et de l'objectif, de la plaque sensible. — Applications de la photographie instantanée. — Étude photographique de la locomotion. — Expériences de M. Muybridge. — Fusil photographique de M. Marey, de M. H. Fol.

Les merveilles de la photographie instantanée. — La photographie instantanée ! C'est là certainement un des rêves les plus séduisants qu'aient poursuivis les inventeurs depuis la découverte de Niepce et de Daguerre, et ce rêve, à peine entrevu il y a quelques années, est devenu aujourd'hui, grâce aux perfectionnements successifs des procédés, une réalité qui forme incontestablement un des plus vifs attraits de la photographie. Quels progrès immenses ont été accomplis en moins d'un demi-siècle ! Que diraient Niepce et Daguerre s'ils pouvaient voir quel magnifique parti leurs successeurs ont su tirer de l'invention primitive ! Tandis qu'à l'origine la longueur excessive de la pose, qui durait plus d'une heure, limitait l'emploi du daguerréotype aux reproductions de gravures et empêchait même de l'appliquer au portrait, il n'y a plus un seul objet aujourd'hui, quelle que soit sa nature, quelle que soit la rapidité de son mouvement,

qui puisse échapper à l'objectif du photographe : le cheval au galop, la locomotive lancée à grande vitesse, la vague qui se brise en écumant sur la grève, ont pu être reproduits avec une netteté suffisante. Sans descendre de son cheval ou sans arrêter sa voiture, le touriste peut fixer au passage sur la plaque sensible l'image des sites qui lui plaisent ; la photographie instantanée pousse l'indiscrétion à un tel point que nous ne pouvons plus passer dans la rue ou nous promener sur les boulevards sans craindre qu'à l'aide d'un appareil dissimulé dans sa main ou sous son pardessus un opérateur peu délicat prenne notre portrait malgré nous. Nous allons résumer d'abord les conditions nécessaires pour obtenir des épreuves instantanées et nous passerons ensuite en revue les applications qu'elles peuvent fournir.

Procédés de photographie instantanée. — Comment obtient-on des photographies instantanées ? Le lecteur qui a bien voulu parcourir la première partie de ce livre connaît déjà les conditions qui influent sur le temps de pose et permettent de le réduire jusqu'à l'instantanéité. L'éclairage du sujet a une grande influence, mais le plus souvent nous ne pouvons pas l'augmenter à volonté ; nous pouvons donc conclure seulement de là que les objets les plus éclairés donneront le plus facilement des épreuves instantanées.

Il faut tenir compte aussi des distances : quand on veut avoir des clichés un peu grands il faut rapprocher la chambre noire du modèle ; il en résulte que chaque point de celui-ci envoie plus de lumière à travers l'objectif, mais il faut en même temps donner

plus de tirage, et la lumière qui a pénétré dans l'appareil se répartit sur une plus grande surface : l'image est donc moins éclairée. C'est pourquoi les portraits d'une certaine grandeur demandent une pose assez longue et l'on préfère d'ordinaire les obtenir par agrandissement.

Influence de la distance focale et du diaphragme. — De plus, en dehors du sujet lui-même, le temps de pose dépend encore des qualités de l'appareil et de la sensibilité des plaques choisies. Pour ce qui concerne l'appareil, signalons d'abord l'importance d'une bonne construction : la transparence et le poli des verres, la disposition et la courbure des lentilles forment autant de conditions qui ont chacune leur part d'influence. Rappelons aussi le rôle de la distance focale de l'objectif et de la grandeur des diaphragmes. Le temps de pose, avons-nous dit, est proportionnel au carré du diamètre de la distance focale et en raison inverse du carré du diaphragme. Il faudra donc autant que possible prendre des objectifs à court foyer et de grands diaphragmes. C'est ainsi que l'on obtint pendant longtemps les épreuves instantanées, telles que les portraits d'enfants, lorsqu'on ne possédait pas encore de préparations aussi sensibles qu'aujourd'hui, mais il ne faut pas oublier qu'en employant de larges ouvertures on n'obtient la rapidité qu'en sacrifiant la netteté des détails.

Enfin c'est à la sensibilité des préparations actuellement en usage, telles que le gélatino-bromure d'argent, qu'il faut attribuer la plus grande part dans les merveilleux résultats qu'on peut obtenir. Remarquons cependant qu'il ne faut pas abuser de l'instantanéité,

même avec le gélatino-bromure ; la couche sensible n'est impressionnée qu'à la surface, et, si l'on peut avoir ainsi des épreuves curieuses ou intéressantes, c'est toujours au détriment de leur beauté.

Applications de la photographie instantanée. — On voit par ce qui précède que, outre l'avantage de diminuer la pose pour les portraits, la photographie instantanée est surtout utile à un point de vue presque uniquement scientifique. Elle permet d'abord de garder l'image d'un grand nombre de phénomènes si rapides qu'il est impossible de les dessiner et que souvent même notre œil ne nous en donne qu'une idée incomplète ou peu exacte, à cause de la persistance des impressions lumineuses sur notre rétine. Parmi ces phénomènes, les uns ne présentent guère qu'un intérêt de curiosité : telle est par exemple la reproduction de vagues d'une grosseur exceptionnelle pendant une tempête ou des courbes lumineuses que tracent dans la nuit les fusées d'un feu d'artifice. Telle est également la photographie instantanée que reproduit notre figure 74 et qui montre une ronde d'enfants. D'autres au contraire donnent des épreuves d'un intérêt plus général et qui peuvent contribuer plus ou moins directement aux progrès de la science. Les expériences de ce genre sont déjà nombreuses et le deviendront certainement de plus en plus. Pour n'en citer qu'un exemple, nous indiquerons ici les remarquables résultats obtenus dans l'étude du vol ou de la locomotion.

M. Marey, qui s'occupait depuis longtemps de ces questions du plus haut intérêt, avait déjà pu, par d'ingénieuses méthodes, éclaircir un certain nombre de

Fig. 74. — Ronde d'enfants.

points, lorsque la photographie instantanée est venue confirmer et compléter ces premières découvertes de la manière la plus satisfaisante. Grâce aux dispositions que nous allons décrire sommairement, un habile photographe de San-Francisco, M. Muybridge, a pu le premier photographier, à des intervalles égaux et suffisamment rapprochés, les différentes attitudes des animaux en mouvement.

Etude photographique de la locomotion : expériences de M. Muybridge. — Pour arriver à ce résultat, M. Muybridge disposa trente chambres noires à obturateur électrique les unes à côté des autres à des distances égales, par exemple à douze pouces pour la photographie des chevaux. L'animal suivait une longue piste et passait successivement devant tous les objectifs à une même distance de chacun d'eux ; il brisait sur sa route une série de fils très ténus tendus à proximité du sol, et chaque fil en se rompant déterminait la fermeture d'un circuit électrique qui au moyen d'électro-aimants déclanchait un obturateur et démasquait un instant l'un des objectifs. Parallèlement à la piste était tendu verticalement un grand écran blanc sur lequel l'animal se détachait nettement.

C'est par cette ingénieuse disposition que M. Muybridge a pu reproduire toutes les positions d'un cheval au pas, au trot et au galop. Ces photographies, qui parvinrent à Paris en 1879, y excitèrent une vive curiosité. Elles sont en effet du plus haut intérêt pour le physiologiste et pour l'artiste ; elles donnent à ce dernier, avec la plus grande exactitude, les différentes attitudes du mouvement qu'on ne peut faire garder à un modèle ; d'un autre côté, elles révèlent au savant

une foule de positions que le peintre ne peut utiliser, car elles ne sont pas vraisemblables, mais qui sont extrêmement importantes pour l'étude complète de la locomotion. M. Muybridge a reproduit de la même manière les différentes positions d'un lévrier à la course, et d'une foule d'autres animaux, bœuf, chien, cerf, etc. Il a fait poser devant son appareil l'homme lui-même et a pu obtenir huit images d'un clown en train de faire un saut périlleux. Nous n'avons pas besoin d'ajouter que dans un phénakisticope ou un zootrope les épreuves de M. Muybridge présentent d'une manière saisissante l'apparence du mouvement. Les fig. 75 et 76 montrent la reproduction de photographies analogues, obtenues par M. A. de Lugardon et qui représentent différentes attitudes des sauteurs.

Fusil photographique de M. Marey. — Nous devons signaler aussi les résultats du même genre obtenus par M. Marey. Le savant professeur a fait remarquer qu'en prenant plusieurs images successives d'un animal en mouvement sur des plaques différentes il est difficile de connaître exactement le temps qui sépare les différentes opérations et l'espace parcouru pendant ce temps, tandis qu'au contraire il est facile de déterminer ces éléments en recueillant plusieurs images sur une même plaque ; mais il faut pour cela qu'elle conserve sa sensibilité d'une pose à l'autre. Il a pu reproduire les différentes attitudes d'un coureur vêtu de blanc et éclairé par le soleil en le faisant passer devant un fond parfaitement noir obtenu, d'après le procédé de M. Chevreul, à l'aide d'une cavité dont les parois étaient garnies de velours noir. Un obturateur à plusieurs trous, mû par un mécanisme

d'horlogerie, tournait devant l'objectif et le démasquait à intervalles égaux. Le fond, étant complète-

Fig. 75. — Les sauteurs.

ment noir, ne produisait aucune impression sur la plaque, qui conservait toute sa sensibilité, et reproduisait, à chaque ouverture, le coureur dans une nouvelle

attitude et dans un autre lieu de l'espace. Par ce procédé il est beaucoup plus facile de trouver des points

Fig. 76. — Le saut à la perche, d'après une photographie instantanée.

de repère et de déterminer les distances parcourues entre chaque pose. Les fig. 77 et 78, qui montrent les résultats obtenus par M. Marey, pour la course et la

marche de l'homme, font comprendre parfaitement la succession des mouvements qui se produisent dans une allure déterminée. On a teinté les positions du membre gauche pour la clarté du dessin. La même méthode a été appliquée aussi à différents animaux, notamment au pigeon (fig. 79). Un pigeon blanc passait devant un écran noir. Bien que cet animal se prête mal à la détermination des attitudes et du mouvement des ailes, à cause de la fréquence trop grande de leurs battements, on voit néanmoins qu'elles se portent très-vivement en avant et cachent la tête de l'animal ; elles s'abaissent ensuite et s'infléchissent pendant toute leur phase d'abaissement.

M. Marey a construit aussi pour l'étude du vol des oiseaux un *fusil photographique* dont le canon contient un objectif. En arrière et solidement montée sur la crosse est une culasse cylindrique contenant un mouvement d'horlogerie. Ce mécanisme se met en marche quand on appuie sur la détente et fait tourner un disque percé d'une étroite fenêtre qui laisse pénétrer ainsi douze fois par seconde la lumière dans l'appareil. La plaque sensible, qui est circulaire, avance après chaque pose d'un douzième de tour et peut alors recevoir une nouvelle image. On peut donc prendre sur la même plaque douze clichés en une seconde. Une boîte à escamoter circulaire permet de changer vingt-cinq fois la plaque sensible. Enfin la mise au point se fait en allongeant ou en raccourcissant le canon, ce qui déplace l'objectif, et on la vérifie en observant, par une ouverture faite à la culasse, la netteté de l'image reçue sur un verre dépoli.

Fusil photographique de M. H. Fol. — M. Hermann

Fol a fait construire dans le même but un appareil de photographie instantanée auquel il donne le nom de fusil photographique à répétition et qui a sur le précédent l'avantage de ne pas nécessiter de mécanisme d'horlogerie. Il s'appuie à l'épaule comme un véritable

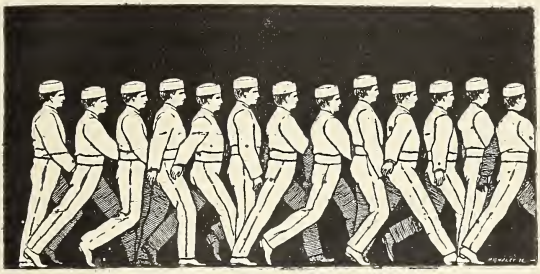


Fig. 77. — Marche de l'homme.

Fig. 78. — Course de l'homme.

fusil, et acquiert par ce mode de suspension une stabilité suffisante pour donner des épreuves parfaitement nettes ; il peut prendre onze clichés sans qu'il soit nécessaire de l'ouvrir, et il est supérieur au photo-revolver et au fusil photographique de M. Marey par

la grandeur des images, puisque les plaques employées mesurent 9 × 12. Enfin il peut se réduire à un volume suffisamment petit pour le rendre facile à transporter. Cet appareil rappelle par son principe la jumelle photographique, instrument formé de deux chambres identiques dont l'une sert à faire la mise au point et l'autre à prendre les clichés. Sa chambre noire à soufflet est divisée dans toute sa longueur par une cloison

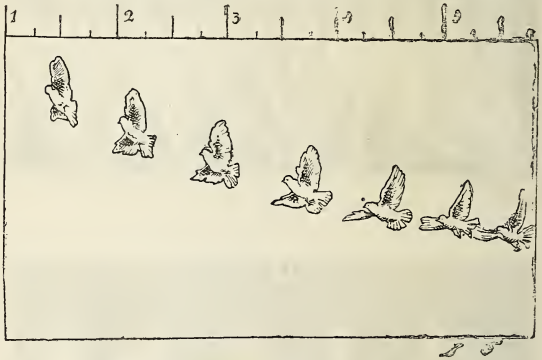


Fig. 79. — Images successives d'un pigeon.

verticale en deux parties qui forment deux chambres séparées; deux objectifs identiques et très lumineux, placés sur la planchette antérieure, donnent deux images de même grandeur et également nettes sur le fond des deux chambres. Celle de gauche, fermée en arrière par une glace dépolie, sert uniquement à faire la mise au point et à surveiller ensuite ce qui se passe devant l'appareil afin d'être prêt à faire poser juste au moment convenable. On évite ainsi la perte de temps nécessitée dans les appareils ordinaires par la substitution

des plaques au verre dépoli et l'on est toujours prêt à opérer. Derrière la chambre de droite est disposée une boîte en bois qui peut contenir douze glaces en deux piles de six chacune et qui dépasse l'appareil vers la droite d'une quantité égale à la moitié de sa largeur. L'une de ces piles est placée verticalement derrière la chambre noire, l'autre à droite de la première dans la partie de la boîte qui dépasse ; elles sont séparées par une cloison verticale incomplète qui laisse en avant et en arrière la place nécessaire pour faire passer une glace d'un compartiment dans l'autre. Chaque plaque est fixée dans un petit cadre en bois et garnie au dos d'une tôle très mince qui empêche la lumière d'atteindre celles qui suivent. Enfin la boîte ne contient jamais que onze glaces, pour permettre de les déplacer sans ouvrir.

Quand une plaque a posé, on tourne la face antérieure de l'appareil vers le haut, et on l'incline vers la droite pour faire glisser cette plaque à la surface de la pile de droite qui n'en contient que cinq ; on tourne ensuite les objectifs vers le sol : les glaces de gauche, n'étant plus qu'au nombre de cinq, s'avancent d'un rang, et, en inclinant vers la gauche, on fait passer de ce côté, derrière celles qui s'y trouvent déjà, la glace qui était au fond du côté droit. Chacune des plaques sensibles occupe donc successivement tous les rangs : ainsi celle qui se trouvait la première en avant dans le compartiment de droite recule jusqu'au dernier rang, puis passe dans le côté gauche où elle s'avance peu à peu jusqu'à la première place et vient se présenter la dernière à l'action lumineuse. Au moment de se servir de l'appareil, on a soin de serrer une vis

qui vient agir sur la pile de glaces du côté gauche, de manière à amener celle qui va poser à coïncider exactement avec le plan focal.

Quatre lattes munies de charnières et pouvant se replier sur elles-mêmes forment une sorte de crosse de fusil qui permet d'épauler à la manière ordinaire. De la main gauche on maintient l'appareil à l'aide d'une sorte de pomme en métal, qu'il suffit de tourner légèrement dans un sens ou dans l'autre pour modifier très vite la mise au point en communiquant, par l'intermédiaire d'une grande roue dentée, un mouvement rapide à la planchette de l'objectif. Enfin la main droite appuie au moment voulu sur une détente placée au-dessous de l'appareil et qui fait partir un ressort à boudin ; celui-ci pousse un piston qui, en comprimant l'air, détermine le déclanchement de l'obturateur pneumatique, qui est du genre Thury et Amey. Lorsqu'on a impressionné les onze plaques contenues dans la boîte, on peut la fermer et l'enlever pour la remplacer par une autre pleine de glaces neuves. Quand on a fini, on ferme la boîte, et on la place derrière la double chambre noire, et on replie l'appareil, qui forme alors une caisse fermée ayant pour dimensions 13, 16 et 24 centimètres.

Cet appareil, outre les avantages que nous avons déjà indiqués, peut servir très utilement pour étudier les mouvements des divers animaux, et peut s'appliquer à bien des cas où les remarquables installations de M. Muybridge et de M. Marey ne sauraient convenir, par exemple lorsqu'il s'agit d'un animal qu'il est impossible de faire marcher ou courir devant les appareils. Ici, au contraire, on peut avoir des épreuves

dans toutes les conditions où l'on pourrait tirer un coup de fusil. Ainsi l'auteur a pu photographier des enfants sautant à la corde ou jouant à saute-mouton, un pigeon qui sort de son pigeonnier au moment où il se lance dans les airs, un pigeon qui arrive et va se poser, des mouettes qui s'arrêtent dans leur vol ou qui plongent sur une proie, un chien qui se gratte ou qui se tient en équilibre sur trois pattes, des coqs et des poules dans des postures qu'il serait impossible de leur faire prendre à volonté.

CHAPITRE VI

LE STÉRÉOSCOPE

Effets de la vision binoculaire. — Stéréoscope à miroirs. — Stéréoscope à prismes. — Stéréoscope américain. — Projections stéréoscopiques. — Images stéréoscopiques. — Appareils photographiques pour obtenir ces images.

Effets de la vision binoculaire. — Un certain nombre d'instruments d'optique, fondés sur les différentes propriétés de notre œil, utilisent habilement les épreuves photographiques pour en tirer des effets très curieux et forment par conséquent une intéressante application de la science qui nous occupe.

Parmi ces appareils se place d'abord le stéréoscope, destiné à reproduire les effets de la vision binoculaire. Afin de bien faire comprendre quel usage on peut faire dans cet instrument des images photographiques, rappelons d'abord en quelques mots les effets de la vision binoculaire et la théorie du stéréoscope.

On sait que l'œil humain agit à peu près comme une chambre noire de photographe, et qu'il se forme au fond de cet organe, sur une membrane appelée rétine, une petite image des objets placés devant nous. Sans entrer ici dans l'explication détaillée du phénomène de la vision, il est facile de comprendre

l'importance de cette image : si elle n'est pas parfaitement au point, la vision manque de netteté. Mais cette image étant tout à fait dépourvue de relief et comparable à une sorte de dessin ou d'image photographique, on peut se demander comment nous apprécions le relief des objets qui nous entourent, leur forme et les distances qui les séparent, tandis qu'en présence d'un tableau qui représentera avec toute la perfection possible ces mêmes objets disposés de la même façon, nous éprouverons une sensation très différente et n'aurons, malgré le talent de l'artiste, presque aucune impression de relief. Cette différence est due à ce que le tableau est absolument plan, de sorte que les deux images qu'il produit dans nos deux yeux sont complètement identiques et produisent sur le cerveau une impression unique. Au contraire, lorsque nous regardons un objet extérieur, les deux images rétiniennes ne sont pas tout à fait pareilles, car chacun de nos yeux peut apercevoir certaines parties du corps qui échappent à l'autre, et c'est la superposition de ces deux impressions légèrement dissemblables qui produit la sensation du relief.

Prenons par exemple un livre que nous plaçons verticalement entre nos deux yeux à une distance convenable pour le voir nettement. Fermons d'abord l'œil gauche : l'œil droit resté ouvert nous montrera seulement le dos du livre et son côté droit ; si c'est au contraire l'œil droit qui est fermé, nous apercevons au moyen de notre œil gauche le dos et le côté gauche du volume, et le côté droit devient invisible. Si enfin nous ouvrons les deux yeux en même temps, les deux

impressions précédentes se superposent et nous voyons à la fois le dos du livre et ses deux côtés. Ainsi nos deux yeux, grâce à la petite distance qui les sépare, nous donnent deux perspectives un peu différentes et la superposition de ces deux sensations nous fournit l'impression du relief.

Il est possible d'obtenir les effets de la vision binoculaire sans aucun instrument : il suffit de prendre deux images stéréoscopiques obtenues par les procédés que nous allons indiquer à la fin de ce chapitre, et de les regarder en plaçant au milieu un écran perpendiculaire. De cette façon, chacun des yeux ne voit que l'image placée de son côté et, après un petit instant, la vue s'étant habituée à cet exercice, on obtient l'effet du relief.

Stéréoscope à miroirs. — Le stéréoscope est destiné, comme son nom l'indique, à reproduire, au moyen de deux images convenablement choisies, la sensation du relief que nous procure la vision binoculaire. On s'est servi d'abord du stéréoscope à réflexion de Wheatstone, qui est formé de deux miroirs placés à angle droit et tournant leurs surfaces réfléchissantes vers l'extérieur. Deux dessins un peu différents d'un même objet sont disposés de part et d'autre des miroirs, et l'observateur placé en face du sommet de l'angle regarde par deux orifices les deux surfaces réfléchissantes. Chacun des deux yeux aperçoit donc dans le miroir correspondant l'image du dessin situé du même côté, et les distances sont calculées de telle sorte que ces deux images paraissent occuper la même position. L'effet obtenu est donc le même que s'il y avait à cette place un objet en relief.

Stéréoscope à prismes. — Le stéréoscope de Brewster produit les mêmes effets que le précédent en utilisant la réfraction. Il a complètement remplacé le premier, car il a pour lui l'avantage d'être moins lourd, plus facile à manier, et les dessins sont collés l'un à côté de l'autre sur un même carton, ce qui est beaucoup plus commode. Ces dessins sont placés en c et γ (fig. 80); l'observateur, dont les yeux sont figurés en r et ρ, regarde ces dessins à travers deux prismes p et π dont les arêtes sont tournées vers le milieu de l'appareil. Les dessins paraissent déplacés par la réfraction que subissent les rayons lumineux en traversant les prismes ; le milieu c du premier dessin est vu par l'œil r comme s'il était en q, et l'œil ρ croira apercevoir le milieu γ de l'autre image au même point q, de sorte que les deux figures paraîtront superposées en $f\varphi$, d'où la sensation du relief.

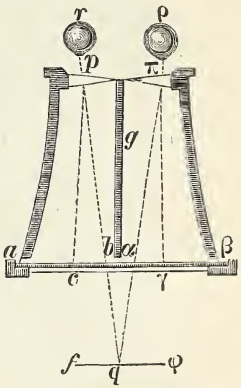


Fig. 80. — Principe du stéréoscope à prismes.

Remarquons enfin que l'on ajoute souvent aux deux prismes des loupes, ou bien l'on donne aux faces de ceux-ci une forme convexe, de sorte qu'ils servent en même temps de lentilles ; cette disposition grossit un peu les images et permet d'en distinguer plus facilement les détails. On donne alors quelquefois à l'instrument le nom de stéréoscope à lentilles. Le modèle que représente notre fig. 81 porte en

avant des deux prismes une véritable jumelle de théâtre, que chacun peut mettre à sa vue et qui donne de très beaux effets. En arrière des dessins, l'appareil est généralement fermé par une glace dépolie qui sert à éclairer les images quand elles sont transparentes. Lorsqu'elles sont opaques, on ouvre une ouverture qui se voit en avant de la figure et dont le couvercle est muni d'une glace qui renvoie sur les dessins la lumière diffuse.

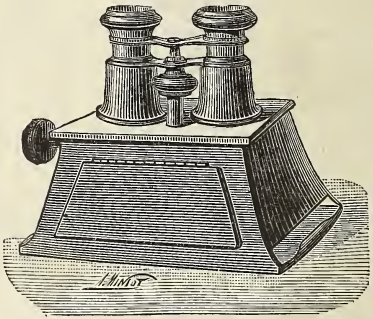


Fig. 81. — Stéréoscope jumelle.

Stéréoscope américain. — A côté du stéréoscope à prismes, il nous faut signaler également le modèle dit américain (fig. 82), qui n'en diffère que par les parties accessoires; l'appareil optique est absolument le même; mais, tandis que l'instrument précédent est tenu à la main, celui-ci, disposé à la partie supérieure d'une sorte de colonne, se place sur une table ou même sur le sol. Un grand nombre d'images sont disposées autour d'un axe horizontal et il suffit de tourner le

bouton qui termine cet axe pour voir sans aucune fatigue les vues se succéder les unes aux autres.

Projections stéréoscopiques. — Citons enfin une dernière manière d'obtenir les effets du stéréoscope, qui a été imaginée par Claudet : nous voulons parler des projections. Si l'on place à une petite distance l'une de l'autre deux vues stéréoscopiques transparentes d'un même objet, et qu'après les avoir bien éclairées on les projette à l'aide de deux objectifs différents sur un même écran, la superposition des deux images produira l'effet du relief. Cette méthode a le grand avantage de rendre les effets visibles à la fois pour un grand nombre de spectateurs, mais elle a l'inconvénient d'exiger un matériel assez compliqué qui la rend peu pratique.

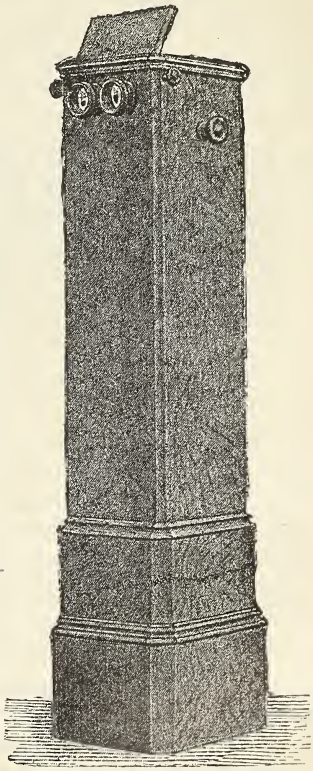


Fig. 82. — Stéréoscope américain.

Images stéréoscopiques. — Un dernier point nous reste à examiner : c'est l'obtention des images. Nous avons dit en effet que ces dessins ne sont pas iden-

tiques: ils présentent de légères différences et correspondent aux deux perspectives qu'on aperçoit en regardant successivement l'objet avec chacun des deux yeux sans déplacer la tête. Il est évident que, si le modèle est un peu compliqué, la préparation de ces dessins devient fort difficile, et le stéréoscope ne pourrait pas faire passer devant nos yeux une collection de sujets bien variée si la photographie ne venait à son aide. Inventé à peu près en même temps qu'elle, il dut se borner d'abord à l'emploi de dessins simples, d'un aspect presque géométrique; mais bien que ceux-ci justifient parfaitement la théorie de l'appareil et produisent d'une manière saisissante la sensation du relief, ils sont loin de présenter l'attrait des vues photographiques qui vous font passer en revue les merveilles du monde entier. On peut donc dire que, sans la photographie, le stéréoscope serait resté à peu près sans emploi. Remarquons d'ailleurs que réciproquement le stéréoscope est devenu pour la photographie un puissant auxiliaire, puisqu'il lui prête des qualités que sans lui les plus belles épreuves ne sauraient acquérir.

Appareils pour vues stéréoscopiques. — Les appareils photographiques qui servent à obtenir les vues pour stéréoscopes ne diffèrent en rien des appareils ordinaires que nous avons décrits dans la première partie de ce livre. En déplaçant légèrement une chambre noire on pourra obtenir deux épreuves satisfaisantes, pourvu que le modèle n'ait subi dans l'intervalle aucun déplacement. Il est cependant plus commode d'employer des chambres spéciales, séparées en deux parties dans toute leur longueur par un écran

noirci et formant en quelque sorte deux chambres identiques juxtaposées ; ces deux appareils sont munis de deux objectifs absolument semblables. Enfin la distance des deux objectifs est à peu près celle des deux yeux ; on peut donc obtenir simultanément sur le fond de la double chambre les deux clichés stéréoscopiques. La fig. 83 représente un appareil stéréos-

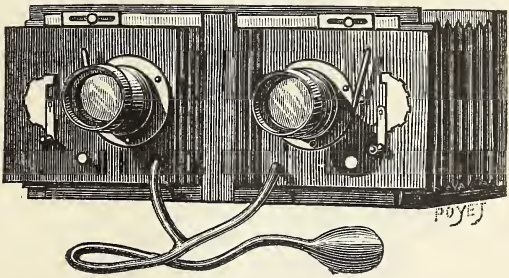


Fig. 83. — Appareil stéréoscopique.

copique de ce genre dont les objectifs sont munis chacun d'un obturateur Londe-Dessoudeix, qu'on fait déclancher simultanément.

On peut même, avec ces appareils doubles et grâce à la sensibilité du gélatino-bromure d'argent, reproduire pour le stéréoscope des objets en mouvement. Tel est le but du petit appareil représenté fig. 84 qui est assez léger pour être tenu à la main. Il reçoit des glaces 8 × 15. Les deux objectifs identiques peuvent être écartés d'une distance variable et sont munis d'un obturateur intérieur qui démasque en même temps les deux ouvertures. Les objectifs ont une tolérance de foyer suffisante pour supprimer la mise

au point. On place l'œil devant un petit œilleton qui permet de saisir l'instant où le sujet se trouve dans le champ de l'appareil.

Malgré les avantages de l'instantanéité, nous pensons qu'il ne faut pas abuser des épreuves instantanées pour le stéréoscope ; cette grande rapidité ne

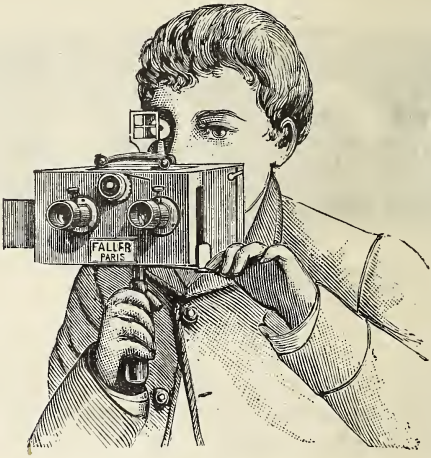


Fig. 84. — Appareil stéréoscopique.

s'obtient qu'aux dépens de la netteté de tous les objets accessoires. Or ce qu'il faut avant tout pour produire la vision en relief, c'est d'avoir des épreuves parfaitement nettes ; c'est la qualité qu'on devra le plus rechercher ; les positifs transparents sur verre donnent généralement de très beaux effets.

Le sténopé-photographe dont nous avons déjà donné la description (voir *Photographie sans objectif*

page 169), permet d'obtenir facilement soit des vues simples soit des clichés stéréoscopiques. Dans ce dernier cas, on sépare l'intérieur de la chambre en deux parties par un écran noir; puis l'on tourne la plaque rotative jusqu'à ce qu'on ait amené deux petits trous égaux devant les deux ouvertures situées à la base du triangle, comme le montre la fig. 44. On se trouve ainsi dans les conditions voulues pour avoir des épreuves stéréoscopiques, et on a l'avantage d'avoir une perspective exacte et des lignes parfaitement droites.

CHAPITRE VII

LES VUES PANORAMIQUES

Premiers appareils panoramiques. — Emploi des objectifs grands angulaires. — Cylindrographe de M. Moëssard. — Applications à la topographie.

Premiers appareils panoramiques. — Les objectifs ordinaires n'embrassent qu'un angle assez restreint ; aussi, lorsqu'on veut prendre une vue très étendue dans le sens horizontal, les images sont confuses et déformées vers les extrémités, parce que ces parties sont plus éloignées de l'appareil et que l'aberration de sphéricité est beaucoup plus grande vers les bords. C'est pourquoi l'on a cherché depuis longtemps des dispositions qui permettent d'obtenir des vues panoramiques. L'un des premiers appareils de ce genre fut celui de Sutton, dans lequel la lentille contenait de l'eau, mais qui donnait des images très déformées et un champ très courbe. L'inventeur remédia en partie à ces défauts en diminuant la hauteur de la plaque sensible et en lui donnant une forme courbe dans le sens horizontal : on avait ainsi un champ de 100° dans le sens horizontal et de 30° dans le sens vertical. Cette disposition est abandonnée depuis longtemps ; les objectifs grands angulaires que l'on fabrique aujourd'hui suffisent d'ailleurs dans bien des cas.

Cylindrographe de M. Moëssard. — Parmi les appareils panoramiques récents, nous citerons celui de M. le commandant Moëssard, qui fournit d'excellents résultats : il donne par un seul mouvement la perspective cylindrique exacte des objets, et peut embrasser un champ horizontal variable de 0 à 170° environ ; deux clichés contigus comprennent donc, à 20° près, le panorama complet de la station.

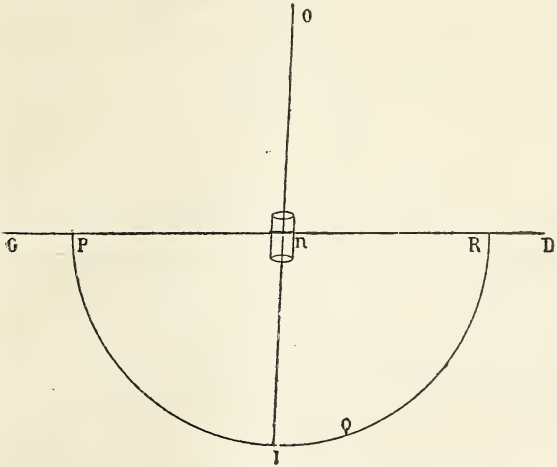


Fig. 85. — Principe du cylindrographe.

Le cylindrographe se compose d'une chambre noire demi-cylindrique (fig. 85) et d'un objectif qui peut tourner autour d'un axe vertical passant par son centre optique que nous supposerons en *n*. Supposons aussi, pour simplifier, cet objectif réduit à une lentille unique d'épaisseur négligeable : on sait que dans ce cas tout rayon lumineux passant par le centre optique

n'éprouve aucune déviation. La chambre étant placée sur son pied, l'image des objets situés dans le champ de l'objectif se formera sur le fond cylindrique de l'appareil et, si l'on fait tourner la lentille, tous les points de l'horizon compris entre les directions RD et PG viendront successivement se peindre sur la courbe PQR. Mais il faut remarquer, et c'est là le point important, que, si la rotation se fait autour du centre optique, les images des différents points resteront immobiles. Ainsi un objet suffisamment éloigné forme-t-il d'abord son image en I ? le rayon OI n'éprouve pas de déviation, quelle que soit la position de l'objectif, et l'image reste en I pendant toute la rotation. Il en résulte que, si les diverses parties de la plaque sensible sont impressionnées successivement, l'image possède néanmoins toute la netteté désirable.

La fig. 86 montre l'ensemble de l'appareil monté sur son pied ou renfermé dans son enveloppe. La chambre est fermée en avant par un voile flottant en étoffe caoutchouquée; le cadre antérieur se replie pour le voyage. L'alidade supérieure porte deux pinnules verticales qui limitent l'espace dont l'image est reçue sur la plaque à un moment donné. Comme substances sensibles, on peut employer des plaques souples ou des pellicules quelconques ; les châssis, qu'on voit sur la figure, sont formés d'un cadre en celluloïd avec un fond en étoffe caoutchouquée opaque et se ferment par un rideau en carton mince recouvert d'étoffe noire. Remarquons enfin que la pellicule étant à peu près au foyer principal de l'objectif, la mise au point est inutile.

Applications des vues cylindriques. — Les vues

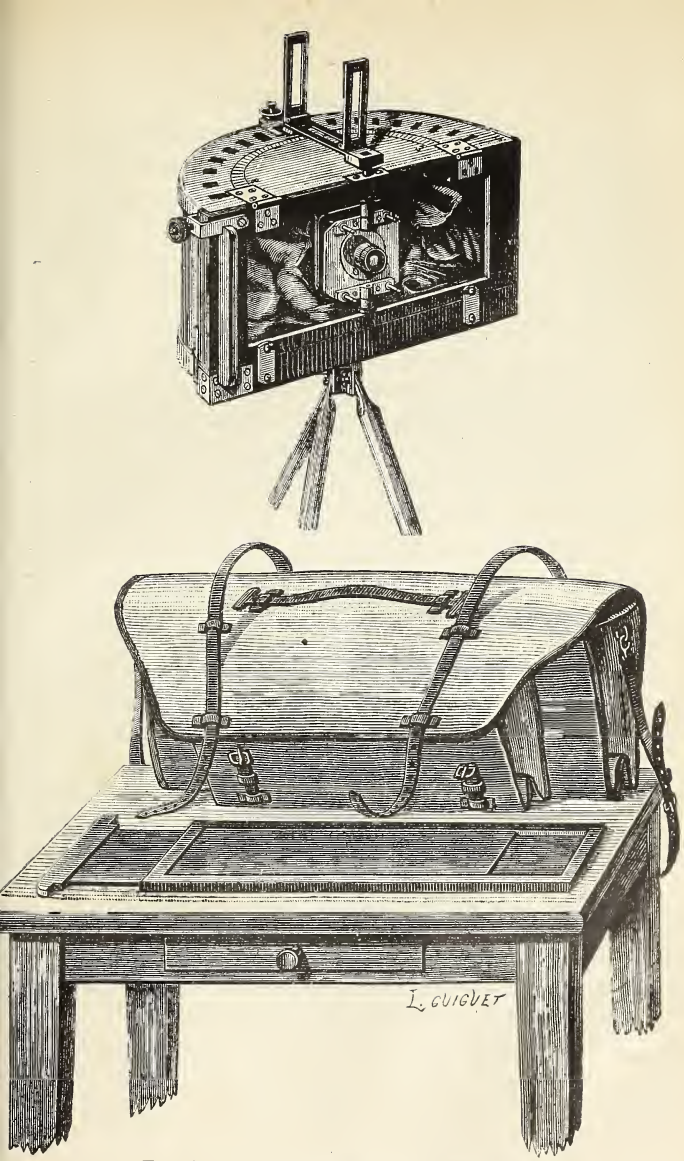


Fig. 86. — Cylindrographe de M. Moëssard.

obtenues avec cet appareil fournissent de nombreuses applications ; elles donnent en particulier des renseignements très faciles à mettre en œuvre pour en déduire les éléments topographiques du terrain. Elles offrent de nombreux avantages sur le levé à la planchette ou à la boussole-éclimètre.

« Un panorama entier, dit M. Moëssard, s'obtient en quelques minutes par une série d'opérations presque mécaniques, qui n'exigent ni visées multipliées et fatigantes, ni dessins, ni croquis, ni tracés toujours difficiles à exécuter en plein air, ni pointés délicats, ni lectures minutieuses; on n'a pas à craindre d'avoir oublié tel ou tel point important, puisque tout ce qui est visible s'imprime sur la pellicule. Tout le travail produit est utilisable, et l'on n'est jamais exposé à rejeter des observations erronées ou seulement douteuses. Le travail de cabinet ne présente pas non plus de difficultés, les constructions sont simples et rationnelles : les erreurs de destination, de pointé ou d'orientation sont impossibles ; des vérifications nombreuses qui se présentent d'elles-mêmes servent à contrôler à chaque instant les résultats déjà acquis... Enfin, il est facile en général de choisir ses points de station de façon à concilier le but scientifique avec l'intérêt artistique du panorama ; les épreuves obtenues, après avoir fourni les éléments et les détails de la carte du pays parcouru, constituent alors un album intéressant au point de vue pittoresque, une succession de vues à effet des principaux sites de la région explorée. »

CHAPITRE VIII

LES AGRANDISSEMENTS

Inconvénients des grands clichés. — Production directe d'un grand positif. — Appareil solaire. — Emploi des lumières artificielles. — Agrandissements par développement. — Production d'un cliché agrandi. — Modification des méthodes précédentes. — Agrandissements par projection.

Inconvénients des grands clichés. — Quoique le tirage des épreuves agrandies se rapproche beaucoup des opérations photographiques ordinaires, nous avons préféré le placer parmi les applications parce qu'il nécessite un matériel spécial et des soins particuliers, de sorte qu'un certain nombre de photographes ne font pas eux-mêmes ce genre d'épreuves et préfèrent les demander à des opérateurs très exercés ou mieux outillés. De plus il nous a paru utile de rapprocher ce chapitre de la photographie microscopique.

Est-il absolument indispensable, pour obtenir des épreuves, portraits ou paysages, d'une certaine dimension, d'avoir recours à un agrandissement ? Il n'en est rien, et en réalité il n'est pas impossible de tirer directement des clichés de grande taille : mais c'est une opération délicate et qui exigerait une grande habileté. Nettoyer la glace avec soin, étendre le collodion,

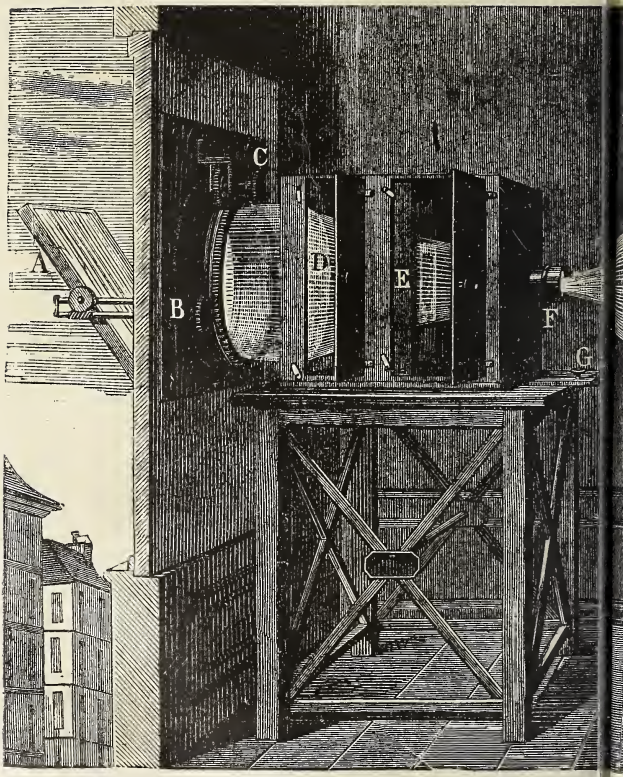
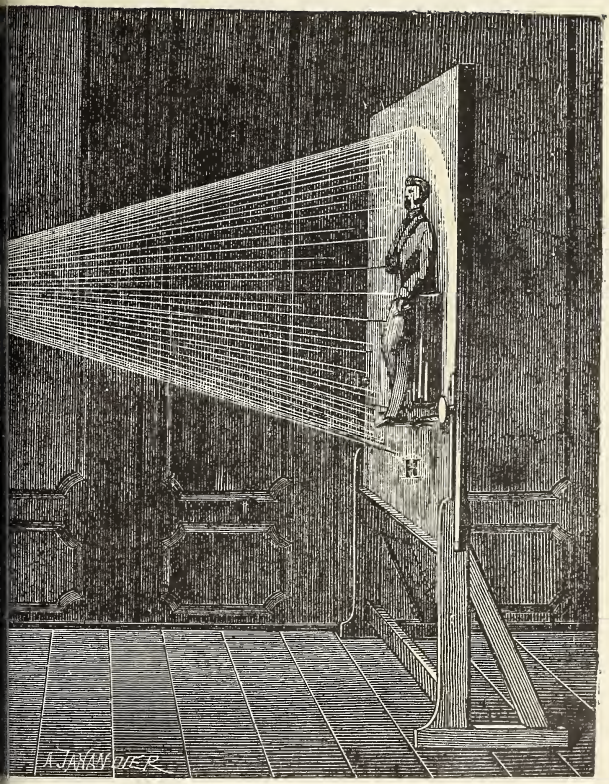


Fig. 87. — Apparei



r agrandissements.

verser d'un seul coup le révélateur, toutes ces opérations, très simples d'ordinaire, sont rendues beaucoup plus difficiles quand les plaques sont très grandes. Cependant ces difficultés ne sont pas insurmontables, car elles subsistent dans certains procédés d'agrandissement, et du reste la fabrication en grand des plaques sèches au gélatino-bromure permet aujourd'hui de se procurer toutes préparées les plaques de grande dimension. C'est de l'appareil optique que viennent les principaux obstacles : pour avoir un grand cliché, par exemple un portrait de grandeur naturelle, il faut que le modèle et la plaque sensible soient tous deux à la même distance de l'objectif, cette distance étant égale au double de la longueur focale ; il faut donc une très grande chambre noire. Ajoutons que l'image, à cause de sa grande dimension, est peu éclairée, de sorte qu'il est utile d'avoir un objectif à large ouverture et par suite à long foyer ; ces appareils sont encombrants, fort coûteux, et leurs aberrations sont difficiles à corriger. Enfin, malgré ces précautions, la pose est nécessairement fort longue, ce qui fatigue le modèle et oblige souvent à recommencer un cliché assez dispendieux.

Aussi les photographes préfèrent-ils d'ordinaire obtenir les grandes épreuves par agrandissement d'un petit cliché, quoique cette méthode donne souvent des résultats moins beaux.

Production directe d'un grand positif. — Les appareils qui servent pour les agrandissements tiennent à la fois de l'appareil photographique et de la lanterne magique. Les mégascopes, lanternes magiques et appareils à projections, qui dérivent d'un même principe, peuvent tous servir à cet usage. Un petit

cliché, placé un peu au delà du foyer principal d'une lentille convergente ou d'un objectif, donnera une image agrandie et renversée sur un écran disposé à une distance suffisamment grande. Si l'écran est formé d'une feuille de papier sensible, l'image agrandie qui se dessine à sa surface pourra être fixée à la manière ordinaire. Telle est en principe la première méthode qui fut appliquée aux agrandissements. Il faut observer que l'image étant beaucoup plus grande que le cliché, sera nécessairement bien moins brillante; si elle a une surface dix fois plus grande, elle sera dix fois moins éclairée: il est donc indispensable d'éclairer très fortement le cliché.

Appareil solaire. — Le premier appareil imaginé pour cet usage par un photographe américain, M. Woodward, était éclairé par la lumière solaire, et l'on se sert encore de plusieurs dispositions analogues. Un grand miroir, mû par un mouvement d'horlogerie, est installé au dehors, soit sur un pied distinct, soit sur une plaque de métal fixée au mur (fig. 87). Ce miroir doit être exposé au midi : quand on veut s'en servir, on le règle de manière qu'il envoie les rayons lumineux exactement sur le cliché à reproduire, et, grâce au mouvement qu'il reçoit du mécanisme, la direction des rayons réfléchis reste invariable malgré le déplacement du soleil. Ces rayons, reçus ensuite sur une ou deux lentilles convergentes formant condensateur, sont concentrés sur le cliché placé en E qui est ainsi fortement éclairé ; puis un objectif à court foyer F projette sur le papier sensible l'image agrandie. Il est bon de placer l'écran sur des rails pour le maintenir toujours dans un plan parallèle au cliché.

Emploi des lumières artificielles. — Mais, dans nos climats, le soleil brille rarement pendant une certaine partie de l'année ; son éclat varie avec la saison, et la lumière diffuse est souvent insuffisante. En outre la nécessité d'installer un appareil coûteux et de choisir une orientation spéciale font préférer souvent les lumières artificielles, ce qui permet aussi d'opérer la nuit. La lumière électrique, celle du magnésium, la lumière Drummond peuvent être employées avec avan-

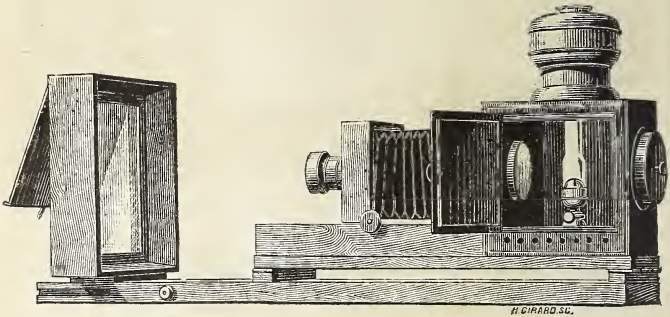


Fig. 88. — Appareil d'agrandissemeut à la lumière artificielle (Français).

tage. MM. Delachanal et Mermet emploient la flamme du bioxyde d'azote saturé de sulfure de carbone. MM. A. Riche et Ch. Bardy obtiennent le même effet en faisant brûler du soufre dans l'oxygène; mais, comme le temps de pose est à peu près indifférent, on se sert souvent du pétrole qui est plus commode que les sources précédentes. La fig. 88 représente un appareil très employé qui peut recevoir une lampe à pétrole ou tout autre système d'éclairage: une lanterne noircie entoure cette lampe et arrête complètement toute lu-

mière diffuse. Un condensateur, qu'on aperçoit par la porte ouverte, éclaire le cliché placé derrière lui. Un soufflet permet d'éloigner plus ou moins l'ob-

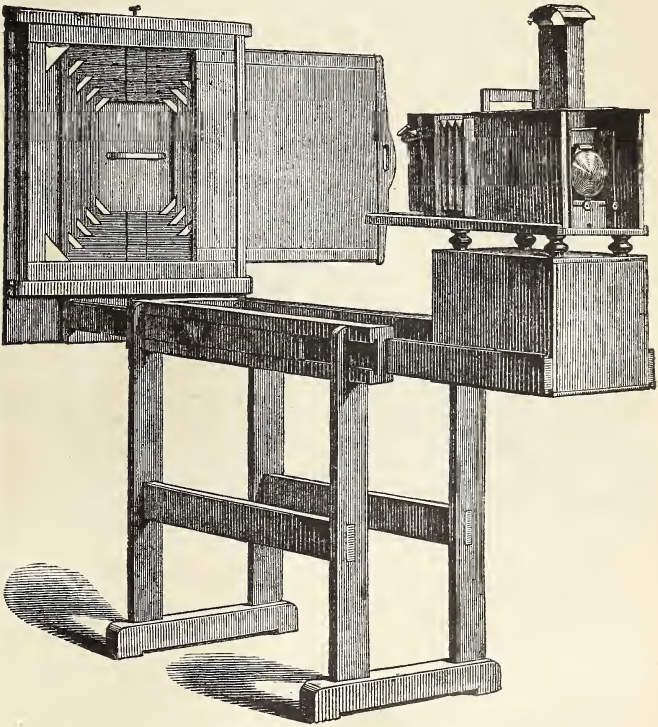


Fig. 89. — Appareil d'agrandissement au pétrole (Enjalbert).

jectif suivant le grossissement désiré. Enfin un chariot destiné à recevoir la glace dépolie ou la feuille sensibilisée se meut sur une large règle en bois qui assure son parallélisme avec le cliché.

Nous représentons encore (fig. 89) un autre appareil qui est muni d'une lampe à pétrole dite américaine ayant trois mèches plates parallèles. Cette partie de l'appareil et le châssis qui reçoit la feuille sensible sont placés aux extrémités de deux coulisses qui permettent de les écarter de plusieurs mètres en maintenant le parallélisme nécessaire. Le châssis est muni

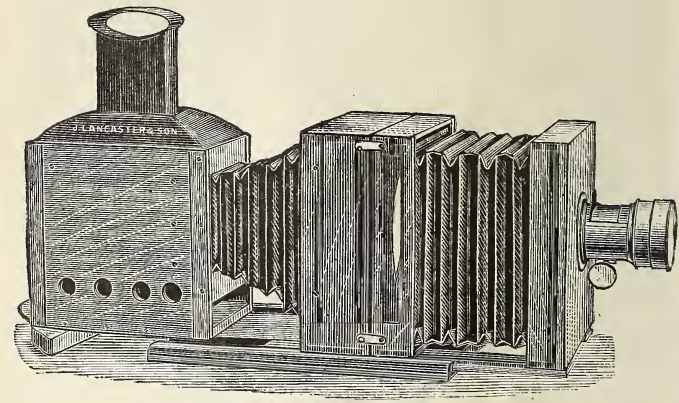


Fig. 90. — Lanterne Morgan pour agrandissements et projections (Morgan).

de quatre intermédiaires pour épreuves de différentes grandeurs. L'appareil peut servir aussi pour reproductions directes à la chambre noire. Citons enfin la lanterne Morgan (fig. 90) qui donne également de très-bons résultats, notamment avec le papier Morgan au gélatino-bromure. Elle est éclairée par une lampe à trois larges mèches, et se prête aussi bien aux projections qu'aux agrandissements.

Agrandissements par développement. — Quelle que soit la source de lumière employée, la méthode précédente, qui consiste à projeter un petit négatif sur une feuille de papier sensible pour obtenir directement un grand positif, a l'inconvénient d'exiger toujours une pose fort longue, si l'on emploie le papier positif ordinaire au chlorure d'argent. Aussi a-t-on essayé de se servir d'autres papiers qui ne demandent qu'une exposition plus courte, mais qui exigent un développement. On a employé de cette manière des papiers préparés à l'état humide soit au chlorure d'argent acidulé à l'acide citrique, soit à l'iodure d'argent. La pose ne durait que quelques instants, et l'on développait ensuite à l'acide gallique ou à l'acide pyrogallique, additionné d'acide acétique. Mais les épreuves ainsi obtenues offrent rarement une teinte agréable. Cette méthode donne de meilleurs résultats depuis l'invention des papiers nouveaux au gélatino-bromure d'argent qui sont destinés au tirage rapide des positifs, tels que ceux de M. Marion, de M. Eastman, de M. Morgan, etc., dont nous avons parlé dans la première partie, et qui se développent, comme nous l'avons indiqué, à l'oxalate de fer.

Emploi d'un cliché agrandi. — La méthode précédente a toujours l'inconvénient d'exiger autant de poses nouvelles qu'on veut tirer de positifs, et la retouche, qui est généralement fort longue, doit être refaite complètement sur chacune des épreuves obtenues. Aussi préfère-t-on d'ordinaire tirer à l'aide du petit cliché et par superposition un positif de même taille sur verre; c'est ce positif transparent qu'on place ensuite dans l'appareil d'agrandissement pour le projeter non plus sur un papier, mais sur une glace sen-

sible qui se trouve transformée en un grand cliché : à l'aide de ce grand cliché on tire par la méthode habituelle autant de positifs qu'on veut. En outre on fait sur le négatif la plus grande partie de la retouche, ce qui simplifie beaucoup la retouche des positifs.

Tel est le procédé le plus souvent employé : il a sur le premier l'inconvénient d'exiger une opération de plus, ce qui accentue les oppositions d'ombre et de lumière, et peut augmenter les imperfections de l'épreuve. Il est donc essentiel, pour avoir de bons résultats, de donner tous ses soins à la préparation du petit positif sur verre. Le collodion humide donne généralement des oppositions trop marquées. On emploie de préférence une glace préparée par un procédé sec quelconque (collodion albuminé Taupenot, gélatino-bromure. etc.), qu'on développe à la manière ordinaire. Souvent aussi on fait cette épreuve au charbon sur verre.]

Autre procédé. — La méthode précédente peut être légèrement modifiée. A l'aide du petit cliché, on tire directement un grand positif, comme dans la première méthode, mais sur verre, par exemple au gélatino-bromure. On fait ensuite par superposition le cliché de même taille, ce qui ne demande qu'une pose extrêmement courte. Ce procédé exige d'ordinaire moins de retouches que le précédent.

Chevalet Eastman-Nadar. — Le chevalet représenté fig. 91 est très commode pour soutenir les glaces ou les papiers sur lesquels on veut projeter l'image dans les agrandissements. Il peut glisser sur des rails ; une crémaillère à mouvement vertical et des glissières horizontales permettent un centrage parfait A la partie

supérieure, une boîte-magasin contient un rouleau de papier Eastman qu'on développe à mesure des besoins. Du côté opposé à celui destiné aux agrandissements, une planchette à rebord peut servir d'appui aux tableaux, portraits, dessins à reproduire ou à agrandir.

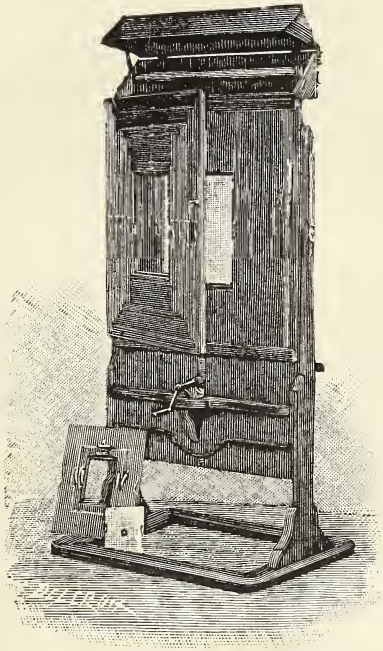


Fig. 91. — Chevalet Eastman-Nadar.

Agrandissements par projection. — A côté des procédés dont se servent les photographes pour tirer des épreuves amplifiées, nous devons signaler un autre genre d'agrandissement. Lorsqu'on veut seulement

examiner en détail ou rendre visible à un grand nombre de personnes une photographie de petite dimension, et qu'on n'a pas intérêt à conserver une épreuve amplifiée, il suffit de tirer un petit positif sur verre et de le projeter sur un écran blanc. Les appareils décrits dans ce chapitre peuvent tous servir à cet usage. Les positifs sur verre destinés aux projections doivent être d'une grande finesse, puisque l'agrandissement en exagère les défauts. On les tire ordinairement sur albumine.

CHAPITRE IX

LA PHOTOGRAPHIE MICROSCOPIQUE

Première application ; les bijoux photographiques. — Tirage des épreuves. — Les dépêches microscopiques du siège de Paris. — Les pigeons voyageurs. — Agrandissement des dépêches à l'arrivée.

Première application : les bijoux photographiques. — Les méthodes photographiques peuvent surmonter toutes les difficultés et fournir des épreuves extrêmement réduites aussi bien que des images très amplifiées. C'est d'abord à titre de simple curiosité qu'on chercha à faire des photographies microscopiques et elles furent considérées pendant longtemps comme un simple amusement. Elles firent leur apparition aux expositions de 1859 et de 1867, sous la forme de petits carrés de la dimension d'une tête d'épingle et renfermés dans une petite lunette : sur ce carré l'on apercevait un grand nombre d'objets, par exemple les portraits des 450 députés de l'empire. Ces petites épreuves ne tardèrent pas à se répandre et il n'est pas de plage ni de ville d'eaux où l'on n'offre depuis longtemps aux touristes les vues des sites environnants enchâssées dans un porte-plume, une bague ou une breloque de montre.

Tirage des épreuves microscopiques. — Les photographies microscopiques doivent nécessairement pré-

senter toute la finesse possible ; c'est donc à l'albumine qu'on devra s'adresser de préférence. On fait d'abord un cliché assez petit, puis on le place devant une chambre noire munie par exemple de vingt objectifs qui donnent sur la plaque albuminée vingt images semblables qu'on sépare en la coupant après le développement. Le cliché doit être placé assez loin et la plaque sensible au foyer principal de l'objectif : les images obtenues seront positives puisque le cliché lui-même est négatif.

Pour faciliter l'examen des photographies microscopiques, M. Dagron, leur inventeur, les fixe à l'extrémité d'un petit morceau de verre rendu convexe à l'autre bout : on a ainsi très facilement un petit appareil très grossissant connu sous le nom de microscope Stanhope, et qui permet d'apercevoir dans tous ses détails l'image microscopique appliquée sur son extrémité plane.

Dépêches microscopiques du siège de Paris. — Mais la photographie microscopique ne devait pas être toujours réduite à servir d'amusement, et elle a pu, dans de tristes circonstances, rendre de grands services. Nos lecteurs se souviennent certainement du rôle qu'ont joué les pigeons voyageurs pendant le siège de Paris : lorsque notre capitale, complètement entourée par les bataillons ennemis, était privée de toute communication avec le reste de la France, ces messagers ailés pouvaient seuls franchir les lignes d'investissement pour apporter aux assiégés le récit des événements extérieurs et les nouvelles des parents et des amis absents. Mais ces fidèles oiseaux ne pouvaient porter qu'une charge minime et le nombre des

dépêches à transmettre était toujours considérable. La photographie microscopique pouvait seule résoudre cet important problème et réduire à un poids et un volume négligeables les messages les plus longs.

Pour arriver à ce résultat, on imprimait les dépêches publiques ou privées sur une grande feuille de papier

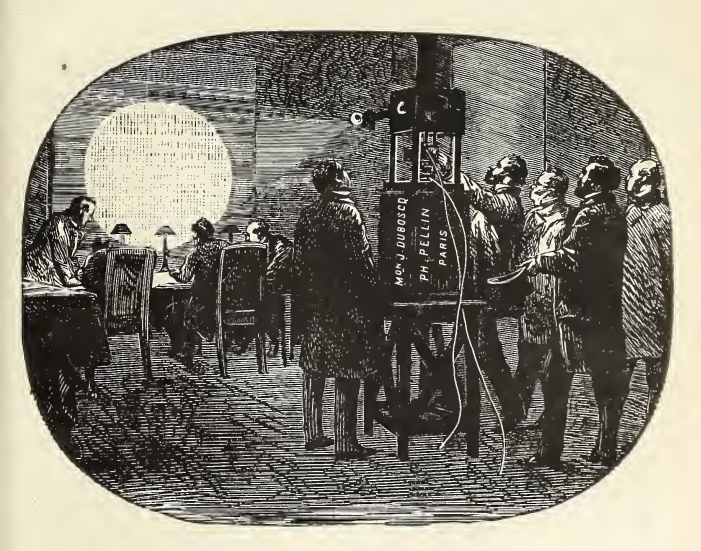


Fig. 92. — Agrandissement des dépêches microscopiques.

in-folio : un habile photographe, M. Dagron, tirait de cette grande affiche une petite épreuve qui n'avait que quelques centimètres de longueur, et ne pesait guère plus de cinq centigrammes. Chacune de ces petites feuilles renfermait environ trois mille lettres, c'est-à-dire le contenu de plusieurs journaux, et l'on pouvait,

en les roulant, en introduire plusieurs dans un petit tuyau de plume qu'on attachait à la queue d'un pigeon. Les épreuves microscopiques étaient obtenues sur albumine par le procédé indiqué plus haut ; le support était une feuille de collodion. Elles étaient ordinairement tirées à un certain nombre d'exemplaires que l'on confiait à un nombre égal de pigeons.

Agrandissement des dépêches. — Aussitôt après leur arrivée à Paris, ces dépêches étaient placées dans de l'eau additionnée d'un peu d'ammoniaque pour les dérouler, puis séchées et placées entre deux verres. Chacune d'elles était ensuite placée dans un microscope photo-électrique qui les projetait considérablement agrandies sur un écran blanc, de manière à permettre à plusieurs personnes d'en prendre copie simultanément. La fig. 92 montre cette opération. On trouve aujourd'hui dans le commerce des copies de ces dépêches, avec lesquelles chacun peut répéter l'expérience que représente la figure. Il faut seulement éviter que les pellicules s'échauffent trop.

Nous devions signaler à nos lecteurs cette ingénieuse application de la photographie et les services qu'elle a pu rendre à notre patrie dans les jours de malheur. Espérons qu'ils ne reviendront plus et que nos braves pigeons n'auront plus à porter que d'heureuses nouvelles.

CHAPITRE X

LA PHOTOMICROGRAPHIE

Importance de la photographie pour les études microscopiques. — Appareil pour petites épreuves. — Mise au point. — Eclairage des objets. — Appareils à amplification directe. — Appareil du docteur Roux. — Correction des foyers chimiques. — Choix des substances sensibles : négatifs sur albumine. — Positifs sur collodion.

Importance de la photographie pour les études microscopiques. — La micrographie est évidemment une des sciences qui peuvent tirer les plus grands avantages de la photographie. Grâce aux plaques sensibles, l'opérateur est dispensé d'une observation longue et pénible, il peut conserver une preuve indéniable de ses découvertes et la montrer simultanément à un public nombreux. Mais nous ne pouvons mieux faire ressortir l'utilité des procédés photographiques qu'en citant quelques passages d'un intéressant ouvrage publié sur ce sujet par M. Moitessier (1) et auquel nous empruntons la plupart des renseignements contenus dans ce chapitre.

« Parmi les moyens qui ont le plus puissamment contribué aux progrès récents des sciences naturelles,

(1) *La photographie appliquée aux recherches micrographiques,* par A. Moitessier. 1 vol. in-18 (J. B. Baillière et fils).

il n'en est pas qui ait eu une part plus large et plus utile que l'emploi du microscope ; ce n'est pas cependant sans rencontrer les plus vives oppositions que cet instrument a fini par conquérir, dans les études scientifiques, la place importante qu'il y occupe aujourd'hui... Cependant, grâce aux efforts persévérants de quelques esprits convaincus, la micrographie n'a pas tardé à s'élever au rang des sciences positives ; mais à la défiance qu'elle avait d'abord inspirée succéda, dans bien des cas, l'exagération dont les natures trop enthousiastes ne peuvent toujours s'affranchir. Les idées théoriques n'ont pas tardé à devancer les résultats de l'expérience ; une fois guidé par un esprit de système, l'observateur le plus sérieux exagérait de bonne foi l'importance de ses découvertes, et l'iconographie elle-même devait se ressentir de ce défaut.

« En perfectionnant pour l'appliquer au microscope la chambre claire de Wollaston, Amici fit faire un progrès d'une importance réelle à l'iconographie des objets microscopiques. Il suffit, en effet, pour obtenir avec cet appareil un dessin des corps que l'on étudie, de calquer pour ainsi dire leur image sur un écran où elle vient se peindre, et il semble dès lors qu'il soit complètement impossible de mal interpréter la nature. Il ne faudrait pas croire cependant qu'une main inhabile puisse, à l'aide de la chambre claire, reproduire avec exactitude l'apparence d'un objet microscopique ; cet instrument n'est qu'un moyen d'abréger le travail du dessinateur en donnant plus de précision au résultat, mais il ne résout qu'une partie du problème. La principale difficulté qui se présente dans l'étude de la micrographie consiste

avant tout à bien voir, et la chambre claire peut seulement aider à bien dessiner ; elle est donc incapable d'exclure, comme on l'a trop souvent pensé, la part qui revient toujours aux idées théoriques, et si, entre les mains exercées du savant, elle est souvent d'une très grande utilité, elle ne fournit jamais que des résultats bien imparfaits entre celles d'un artiste sans éducation scientifique.

« On comprend d'après cela quel prix devra attacher le micrographe à une méthode iconographique capable de représenter les objets qu'il étudie en faisant abstraction de toute cause d'erreur ; l'admirable découverte de Daguerre était destinée à remplir cette lacune, et son application aux études micrographiques devait suivre de près sa vulgarisation. Les premiers travaux utiles effectués dans cette direction sont dus à M. Donné qui présenta en 1840 à l'Académie des sciences la reproduction de plusieurs objets d'histoire naturelle et de quelques tissus obtenus à l'aide de son microscope daguerréotype. En 1845, ce savant publiait, avec M. Léon Foucault, un magnifique atlas relatif à l'étude des fluides de l'économie, et contenant un grand nombre de figures gravées d'après des images daguerriennes (1). Cette œuvre réalisait déjà un grand progrès dans la science ; rien ne pouvait infirmer l'exactitude des dessins originaux, mais l'art du graveur devait encore intervenir dans le résultat définitif, et l'on sait combien il est quelquefois difficile de faire comprendre à l'artiste ce qui constitue le vrai caractère d'une image micrographique. »

(1) Donné et Foucault, *Atlas du Cours de microscopie*, Paris, 1846, avec 20 pl. in-fol. (J.-B. Baillière et fils).

Après ces premiers essais, d'autres tentatives furent faites par MM. Bertsch et Nachet en France, M. Mayer à Francfort, MM. Hodgson, Shadbolt, Wenham en Angleterre, et beaucoup d'autres. Grâce aux progrès réalisés dans la construction des microscopes et dans les procédés photographiques, il est possible aujourd'hui de reproduire fidèlement tous les détails intéressants révélés par le microscope.

Appareil pour petites épreuves. — Décrivons maintenant rapidement les procédés et les appareils employés pour fixer l'image des objets microscopiques ; ils diffèrent peu, comme on va le voir, des appareils usités ordinairement pour la photographie.

Dans un grand nombre de cas, on peut se contenter de petites épreuves qu'on agrandit ensuite lorsque c'est nécessaire et qui ont l'avantage de n'exiger qu'un matériel des plus simples et de pouvoir être conservées facilement sans occuper beaucoup de place. Il suffit alors d'avoir un petit châssis négatif semblable à ceux qui servent pour les clichés stéréoscopiques ; il reçoit une plaque sensible de 9×4 centimètres qui peut être exposée en deux fois. On fixe au sommet du microscope une platine bien dressée, percée d'un trou de deux centimètres de diamètre, et munie de deux coulisses qui reçoivent le châssis (fig. 93). On pourra prendre ainsi deux clichés successifs d'un même sujet. On peut aussi faire usage de châssis plus grands qui permettent d'obtenir six ou huit négatifs de suite ; cette disposition est surtout utile pour les préparations qui se modifient rapidement, comme des animalcules en mouvement. des cristaux en formation, etc. ; on obtient ainsi les différents aspects à des instants très rapprochés.

Mise au point. — Pour avoir une bonne épreuve, il est indispensable de faire une mise au point très rigoureuse. On sait que le microscope composé est formé de deux systèmes convergents, l'objectif et l'oculaire, ce dernier étant ordinairement constitué par

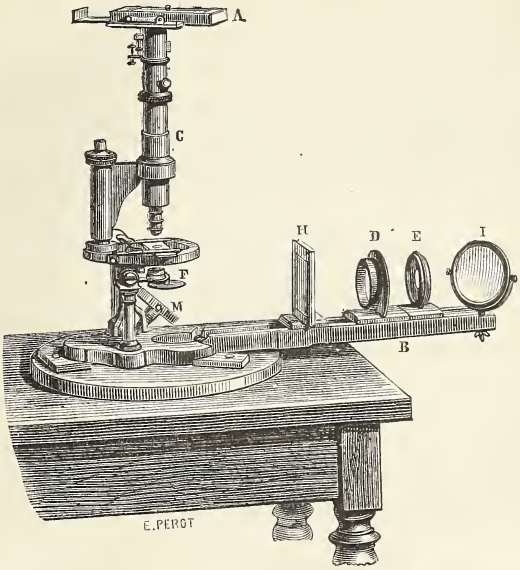


Fig. 93. — Appareil pour deux petites épreuves microscopiques.

deux verres fixés aux deux bouts d'un même tube. L'objet est disposé un peu au delà du foyer principal de l'objectif qui en donne une image réelle et très agrandie entre les deux lentilles de l'oculaire ; c'est cette image réelle qu'on regarde d'ordinaire avec le dernier verre de l'oculaire, qui sert alors de loupe.

Pour faire une épreuve photographique, on supprime le plus souvent l'oculaire et on utilise seulement l'objectif. Il faut donc, pour obtenir une bonne épreuve, que la surface sensible coïncide exactement avec l'image réelle.

Pour arriver à ce résultat, il est bon de faire un réglage préliminaire. On enlève l'oculaire, on le remplace par une plaque de verre sur laquelle on a gravé quelques traits fins et on la déplace peu à peu jusqu'à ce que l'image se forme exactement à sa surface, ce qu'on constate en regardant avec une loupe si on peut voir à la fois l'image et les traits fins. On remet ensuite l'oculaire, sans toucher à l'objet ni au corps du microscope, on l'enfonce peu à peu jusqu'à ce qu'on voie nettement et l'on remarque avec soin sa position. Quand on voudra ensuite mettre au point pour une épreuve photographique, il suffira d'amener l'image à être nette pour la même position de l'oculaire ; on remplacera ensuite l'oculaire par l'appareil photographique.

Eclairage des objets. — Comme il s'agit ici d'avoir des épreuves amplifiées, les objets doivent être fortement éclairés. La lumière diffuse manque ordinairement d'intensité ; il est préférable de recourir aux rayons solaires qu'on reçoit sur un écran blanc ou sur un verre dépoli. La lumière électrique et les lampes au magnésium sont les sources artificielles qui conviennent le mieux ; la lumière Drummond, obtenue en projetant sur un bâton de chaux la flamme d'un mélange de gaz d'éclairage et d'oxygène, quoique moins riche en rayons chimiques, peut cependant remplacer les précédentes dans certains cas ; les

flammes du gaz ou du pétrole peuvent même servir pour de petites épreuves. Quelle que soit la source lumineuse employée, il est indispensable de concentrer les rayons sur la préparation. La figure 93 montre une disposition qui convient très bien. I est un miroir argenté et D une lentille convergente qui

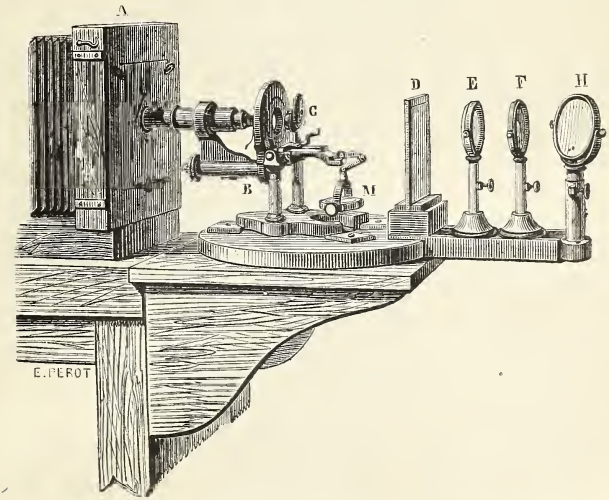


Fig. 94. — Disposition du microscope horizontal (Moitessier).

dirigent la lumière sur le petit miroir M du microscope et de là, à travers un système de lentilles très éclairant F, sur la préparation. Le diaphragme E limite l'étendue du faisceau lumineux et ne laisse passer que la quantité nécessaire à l'éclairage.

Appareil à amplification directe. — Au lieu de faire une petite image et de l'amplifier ensuite, il

est souvent préférable, si le grossissement ne doit pas dépasser 200 ou 300 diamètres, de faire une seule épreuve. On se sert alors d'une chambre noire ordinaire dont on enlève l'objectif pour le remplacer par le corps du microscope privé de son oculaire : on a ainsi une chambre munie d'un objectif de microscope. On raccorde les deux instruments au moyen d'une pièce qui ne laisse passer aucun rayon de lumière diffuse. La chambre doit posséder un long tirage. La figure 94 représente une disposition souvent employée. Le microscope pouvant s'incliner, on a amené le corps à être horizontal ; la préparation se trouve alors placée verticalement et peut être facilement éclairée par le système E F H analogue à celui de la figure précédente.

Si le microscope n'est pas inclinant ou si la nature de la préparation ne permet pas de la mettre dans un plan vertical, il suffira de placer en haut de l'instrument un prisme à réflexion totale qui renverra le faisceau lumineux horizontalement dans la chambre.

Appareil du docteur Roux. — Beaucoup d'autres dispositions analogues peuvent être employées. M. le docteur Roux a fait construire l'appareil suivant qui donne d'excellents résultats. Le microscope (fig. 95) est fixé sur une platine tournante, ce qui permet d'étudier à loisir la préparation et de choisir la partie qu'on veut photographier. La chambre noire possède un tirage de 1^{m} 20. Sa partie antérieure se fixe à la colonne qui porte le microscope ; sa partie postérieure est portée par un chariot qui se meut sur une rainure parfaitement dressée. Le châssis s'adapte à la partie postérieure de la chambre : il porte d'un

côté la glace dépolie, de l'autre la plaque photogra-

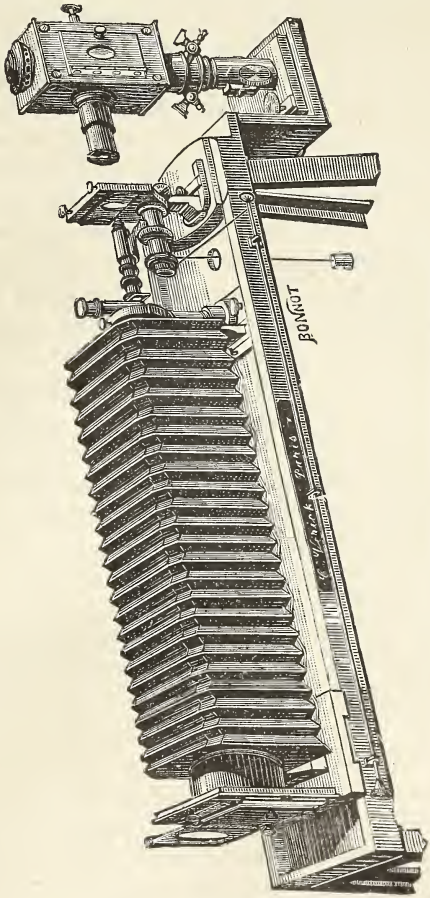


Fig. 95. — Appareil du docteur Roux (Werlick).

phique, protégée par un rideau métallique ; de cette manière la surface sensible est exactement sur le

même plan que la glace servant à la mise au point. Cette dernière opération se fait à l'aide d'une tige de métal qui commande la vis micrométrique. Une règle divisée indique la profondeur de la chambre noire.

Correction des foyers chimiques. — Nous avons indiqué dans la première partie de ce livre la nécessité d'achromatiser les objectifs photographiques non pour les rayons lumineux, mais pour ceux qui ont un grand pouvoir actinique. Or il n'en est pas de même des objectifs de microscopes qui sont destinés à l'observation directe, et il en résulte, lorsqu'on les applique à la chambre noire, la nécessité de corriger avec soin la différence de foyer. On peut cependant éviter cette opération délicate en n'employant que des rayons lumineux d'une seule couleur ; on choisira évidemment les rayons bleus qui sont très photogéniques ; le foyer chimique coïncidera avec le foyer visuel et il n'y aura aucune correction à faire. Il suffira d'interposer sur le trajet de la lumière un verre bleu au cobalt ou une cuve verticale contenant un liquide bleu, tel que du sulfate de cuivre ammoniacal. Sur les fig. 93 et 94 les condensateurs sont suivis de cuves de ce genre représentées en H et en D.

Choix des substances sensibles. — Un dernier point nous reste à indiquer : quelles sont les substances qui conviennent le mieux pour préparer les plaques sensibles ? Les glaces au gélatino-bromure d'argent joignent à leur grande rapidité l'avantage de dispenser le micrographe d'une partie des opérations photographiques. Pour les opérateurs exercés, et lorsque la rapidité n'est pas indispensable, il faut remarquer que la photographie sur albumine sera préférable à

tout autre procédé car elle donne une finesse qui n'a jamais été surpassée ; mais elle a l'inconvénient d'exiger une grande habileté.

Positifs sur collodion. — Pour les positifs, on les tire à la manière ordinaire. Cependant M. Moitessier recommande avec raison les positifs sur collodion.

« Si l'on compare le positif le plus parfait, obtenu par la méthode ordinaire, au négatif qui a servi à le produire, on est toujours frappé de la différence de netteté qui existe entre les deux épreuves ; tous ces détails si délicats, ces demi-teintes harmonieuses qui s'aperçoivent dans le cliché, disparaissent plus ou moins dans l'image positive la mieux réussie. Cet inconvénient, peu important quand il s'agit de la reproduction d'objets de grande dimension, est, on le conçoit, un obstacle sérieux pour les reproductions micrographiques ; il a pour cause la nature même du papier qui sert de support aux agents chimiques. Sa texture, nécessairement grenue, et sa porosité surtout, donnent toujours un aspect baveur aux contours les plus délicats de l'image qui perd ainsi une partie de sa finesse ; la couche d'albumine dont on recouvre le papier remédie en partie, il est vrai, à ce défaut, mais le mal existe toujours quelle que soit la méthode mise en usage.

« Le collodion au contraire, par sa texture essentiellement homogène et son épaisseur extrêmement faible, ne partage pas cet inconvénient, et c'est là la principale cause de la grande supériorité des négatifs. Les détails les plus fins y sont nettement accusés et les demi-teintes acquièrent une douceur et une transparence merveilleuses. A ces avantages il faut encore

ajouter la facilité extrême avec laquelle on élimine, par quelques lavages, les composés chimiques devenus inutiles, tandis que la porosité et l'épaisseur du papier rendent toujours cette opération difficile et incertaine ; de là l'altération si fréquente des positifs sur papier, tandis qu'on n'a pas d'exemple de l'altération spontanée de négatifs. » (A. Moitessier, *loc. cit.*)

Telles sont les raisons qui font recommander l'adoption des positifs sur collodion : au lieu de les tirer à la manière ordinaire, on peut photographier le négatif comme une gravure à l'aide de la chambre noire, ce qui permet d'obtenir à volonté un positif d'une grandeur quelconque. Lorsqu'il est achevé, on peut facilement le reporter sur papier.

CHAPITRE XI

LA PHOTOGRAPHIE ASTRONOMIQUE

Utilité de la photographie en astronomie. — Difficultés à vaincre: critiques de Mœdler. — Appareils pour la photographie astronomique. — Photographies de la lune et du soleil : les éclipses, les protubérances. — Les passages des planètes. — Appareil nouveau de MM. Henry. — La carte photographique du Ciel. — La conférence internationale.

Utilité de la photographie en astronomie. — Les services que peut nous rendre la photographie sont pour ainsi dire innombrables. Elle ne se borne pas à reproduire avec une fidélité scrupuleuse les paysages qui nous entourent et les phénomènes qui se produisent à la surface de la terre; elle nous donne avec une égale exactitude l'image des plus petits animaux, des corps les plus ténus que nous révèle le microscope. Enfin l'espace infini qui entoure notre planète ne lui échappe pas plus que le monde microscopique des atomes. et l'astronomie, comme la plupart des sciences, lui devra des documents du plus haut intérêt et des découvertes inattendues (1).

« Le grand avantage de la photographie, a dit M. Faye, est de supprimer l'observateur et de rem-

(1) Voy. Dallet, *les Merveilles du Ciel.* Paris, 1883, 1 vol. in-16 de la Bibliothèque scientifique contemporaine.

placer son œil et son cerveau par une plaque sensible qui reçoit et fixe le phénomène sans qu'il soit besoin de le guetter et de le surveiller avec une pénible assiduité; elle met à l'abri des erreurs qui naissent du trouble inséparable d'une observation rapide. »

L'astronomie, plus que toute autre science, avait intérêt à utiliser ces qualités si précieuses pour elle et si nettement indiquées dans les lignes que nous venons de citer. Aussi avait-on entrevu, dès l'époque de Niepce et de Daguerre, cette importante application, et, dans son rapport sur le daguerréotype, le grand Arago nous apprend que, sur sa demande, l'auteur de cette merveilleuse méthode put reproduire sur une plaque d'argent l'image de la lune dans tout son éclat.

Difficultés rencontrées. — Malgré ces heureux pronostics, l'application de la photographie aux recherches astronomiques, tout en rendant de grands services, ne fournit pourtant pas pendant de longues années les magnifiques résultats qu'on en attendait, et, dans une conférence faite en 1868, le célèbre astronome Mœdler, directeur de l'observatoire de Dorpat, auteur d'une très remarquable carte de la lune, tout en reconnaissant l'utilité des procédés photographiques, formulait cependant les critiques suivantes.

« La plupart des personnes qui m'écoutent, disait-il, peuvent encore se rappeler qu'aussitôt après la découverte de la photographie, on entendit exprimer des espérances qui n'ont d'analogue que celles de Descartes et de ses contemporains à la suite de la découverte des lunettes astronomiques. On plaignait les malheureux savants qui avaient passé toute leur vie sans interruption à observer, à mesurer et à des-

siner. Non seulement on devait faire la même chose sans peine et dans un temps bien moindre, mais on devait obtenir des résultats bien meilleurs, beaucoup plus exacts, beaucoup plus détaillés qu'anciennement. Ce qui m'a coûté sept années, la détermination de la surface de la lune, devait être mieux fait en sept secondes. Aujourd'hui trente années se sont écoulées depuis la découverte de Daguerre ; comment ces espéances ambitieuses ont-elles été exaucées ?

« Warren de la Rue en Angleterre, William Cranch Bond en Amérique, et d'autres, ont mis courageusement la main à l'œuvre. Ils ont adapté de puissantes lunettes astronomiques à des appareils photographiques, et ils sont également arrivés à donner à leurs appareils, pendant le court intervalle de temps nécessaire à la production des épreuves, le même mouvement que les corps célestes dont ils se proposaient de voir l'image. Ainsi la lune a été photographiée dans ses différentes phases ; mais les détails sont restés bien au-dessous de ceux qu'un habile observateur peut déterminer. Bond s'est occupé des étoiles fixes, et il disposait d'une lunette astronomique permettant d'apercevoir les étoiles de quatorzième grandeur ; mais il n'a pu obtenir que des images faibles, à peine visibles, des étoiles de cinquième grandeur.

« Nous pourrions citer, il est vrai, des dessins très précieux que nous devons à la photographie astronomique ; mais ce ne sont point les détails du ciel étoilé que l'on peut atteindre de cette manière et conserver ainsi : ce sont des phénomènes relatifs aux objets connus depuis longtemps et réfléchissant une forte lumière.

« Je citerai en premier lieu les taches du soleil, dont le dessin demande une faible fraction de seconde, et qui sont reproduites avec une grande netteté. Cependant, même dans cette circonstance, on n'arrive point à fixer les détails que de bons observateurs habitués à ces phénomènes peuvent reproduire ; mais on obtient, ce qui est très important dans l'espèce, une image du soleil pour un moment déterminé, et, si l'on nous permet de nous servir d'une expression de sir John Herschel, on oblige le soleil à nous écrire sa propre histoire.

« Ces expériences seront ou, pour parler plus exactement, ont été déjà très utiles, particulièrement dans les éclipses totales de soleil. Il n'y a pas de dessinateur, quelque expéditif qu'on le suppose, qui puisse faire en deux ou trois minutes, durée ordinaire du phénomène, ce que Warren de la Rue a fait en Espagne lors de la dernière éclipse de soleil ; car, si l'on suppose que tout ait été préparé, on peut obtenir non pas seulement trois, mais douze ou quinze images d'un phénomène qui disparaît si rapidement. Pour les planètes, même les plus grosses, la photographie est de peu d'usage et nous apprendra peu de choses nouvelles. L'expérience sera encore moins utile quand elle s'appliquera aux étoiles. On a photographié le groupe des Pléiades et celui d'Orion, et l'on pouvait bien reconnaître les constellations dans les images ainsi obtenues ; mais un œil sain, sans lunettes, voyait plus de choses dans le ciel que la photographie ne lui en montrait. Nous nous félicitons du nouveau moyen d'étude que plusieurs observatoires, parmi lesquels nous citerons l'observatoire de

Wilna, possèdent d'une façon complète, ou peu s'en faut : mais nous n'attendons pas que la sphère d'action de l'astronomie pratique puisse être agrandie par son intervention, et l'art des observations ne sera pas bouleversé par la découverte de la photographie comme il l'a été lors de l'invention de la lunette astronomique. »

Malgré la sévérité des critiques que nous venons de citer, on voit que leur auteur ne pouvait s'empêcher de constater les excellents résultats donnés par la photographie dans les éclipses de soleil. Mais, si des voix aussi autorisées pouvaient encore, il y a vingt ans, mettre en doute l'utilité des procédés photographiques, nous allons voir que l'état de la question a bien changé depuis cette époque et que tous les savants s'accordent aujourd'hui à les considérer comme un des plus précieux instruments de l'astronomie moderne. Mais, avant d'arriver aux magnifiques résultats qu'on sait obtenir aujourd'hui, il nous faut d'abord indiquer rapidement les premiers essais qui furent tentés.

Appareils pour la photographie astronomique. — Il est évident que la chambre noire ordinaire avec son objectif est absolument insuffisante pour donner une image convenable des corps célestes et qu'il est nécessaire de projeter sur la surface de la plaque sensible une image très agrandie des astres qui brillent au firmament. Il faut pour cela recourir aux instruments de grandes dimensions qui servent d'ordinaire aux observations astronomiques : les lunettes pourraient facilement être disposées pour donner ces images réelles, mais les verres qui les

forment sont achromatisés pour les rayons visibles et non pour les radiations chimiques, de sorte que la mise au point faite avec l'aide de l'œil ne serait plus exacte pour la photographie et ne donnerait sur la plaque qu'une image confuse. Aussi a-t-on préféré les télescopes dont l'objectif formé d'un miroir concave argenté est toujours achromatique pour tous les rayons, ce qui supprime l'inconvénient que nous venons de signaler. On enlève l'appareil réfringent qui forme l'oculaire et on le remplace par la glace sensible, qu'on met au point très exactement. On comprendra facilement que les télescopes destinés à la photographie céleste doivent être montés équatorialement, c'est-à-dire qu'ils doivent pouvoir suivre le mouvement apparent de la sphère céleste et viser constamment le même point pendant toute la durée de la pose.

Photographies de la lune et du soleil ; éclipses. — Comme nous l'avons dit plus haut, c'est pour la lune et le soleil qu'on obtint d'abord les meilleurs résultats. MM. Warren de la Rue, Grubb, Rutherfurd ont pu avoir de très belles photographies de la lune : on a même pu faire des épreuves stéréoscopiques qui présentent un relief remarquable, et les mêmes effets ont été obtenus pour les taches du soleil.

Mais c'est surtout dans l'étude des éclipses de soleil et des passages des planètes sur le disque de cet astre que la photographie a rendu les plus grands services : elle a permis de découvrir ou de contrôler d'une manière indiscutable des faits que la rapidité du phénomène ne permettait pas d'étudier suffisamment. Dès 1860, M. Warren de la Rue à Riva Bellosa,

M. Secchi et les observateurs espagnols au Desierto de las Palmas obtinrent de belles photographies de la couronne ; à la même éclipse la photographie permit de mettre hors de doute l'origine solaire des protubérances en montrant le mouvement de la lune par rapport à ces phénomènes. La couronne a été étudiée dans toutes les éclipses suivantes, et, dans celle du 6 mai 1883, M. Janssen a pu obtenir de belles épreuves qui ont révélé d'importants détails de structure, et qu'on a pu examiner avec soin au point de vue des astres de la région circumsolaire. Deux grands appareils entraînant huit chambres photographiques avaient été dressés dans le but d'étudier la question des planètes intra-mercurielles et les formes et l'étendue de la couronne.

La photographie a rendu des services analogues pour l'observation des passages des planètes sur le disque solaire, et notamment pour l'observation des contacts extérieur et intérieur. Nous devons signaler à ce propos les beaux travaux de M. Janssen, qui fit installer pour le passage de Vénus une sorte de revolver permettant d'obtenir rapidement un certain nombre d'épreuves. Citons aussi les remarquables photographies de la surface du soleil obtenues par le même savant en réduisant suffisamment la durée de la pose qui, dans ce cas, tend toujours à être trop longue.

Appareil de MM. Henry. — Nous devons enfin décrire, pour terminer ce chapitre, les remarquables photographies stellaires obtenues depuis quelques années à l'observatoire de Paris par MM. Paul et Prosper Henry. Chargés à cette époque de continuer la

carte écliptique de Chacornac, les deux savants astronomes s'aperçurent bientôt de la difficulté considérable que présentait le recensement des étoiles dans le voisinage de la Voie lactée et songèrent à supprimer l'observation directe en lui substituant l'inscription sur une plaque photographique. Les premiers essais furent faits au moyen d'un appareil provisoire, et les résultats furent tellement satisfaisants qu'on le remplaça bientôt par un appareil spécial beaucoup plus parfait construit par M. Gautier, et dont MM. Henry ont taillé eux-mêmes l'objectif photographique.

Cet instrument est formé de deux lunettes juxtaposées et contenues dans un même tube rectangulaire : l'une a un objectif de 0^m24 d'ouverture et 3^m60 de foyer ; elle sert en quelque sorte de chercheur : son axe optique étant parallèle à celui de la lunette photographique, elles ont toutes deux le même champ, de sorte que pour être certain de reproduire une portion du ciel sur le cliché, il suffit de s'assurer qu'on voit cette même partie dans la première lunette. L'objectif de la seconde a 0^m34 d'ouverture et 3^m43 de foyer; il est achromatisé pour les rayons chimiques et sert uniquement à produire les clichés photographiques. L'instrument peut recevoir tous les mouvements convenables pour suivre un astre depuis son lever jusqu'à son coucher.

Au moyen de cet appareil on a pu reproduire des étoiles de quatorzième grandeur, qui apparaissent sous la forme de points de $\frac{1}{40}$ de millimètre de diamètre. Le temps de pose varie nécessairement avec l'ordre de grandeur.

Parmi les principales photographies obtenues au

moyen de cet appareil, il faut citer, dit M. le contre-amiral Mouchez « quarante-deux grandes épreuves de la voie lactée et de diverses régions du ciel ; une photographie des environs de ε Lyre qui montre, après deux heures de pose, des étoiles beaucoup plus faibles que la debilissima d'Herschel et inférieures à la seizième grandeur ; une épreuve faite dans les environs de Véga, qui montre des étoiles plus faibles encore que les précédentes, et dont quelques-unes n'ont certainement jamais été vues ; des photographies des amas d'Hercule, de Sobieski, d'Ophiucus, de Persée et plus de six cents épreuves d'étoiles doubles ou multiples ; la nébuleuse d'Orion a été photographiée avec succès ; une pose de deux heures, beaucoup trop longue pour les parties lumineuses, montre au contraire avec une très grande netteté les plus faibles détails ; on a obtenu enfin des résultats non moins remarquables dans la photographie des planètes et dans la photographie spectrale. »

MM. Henry ont fait construire aussi un appareil destiné à faire les mesures nécessaires sur les épreuves photographiques d'étoiles, et qu'ils nomment macromicromètre. La plaque photographique, éclairée par-dessous à l'aide d'un miroir, est disposée sur un chariot qui peut, comme celui d'une machine à diviser, se déplacer sur deux rails à l'aide d'une vis fixe dont le pas vaut un millimètre et à laquelle il sert d'écrou. Une distance d'un millimètre équivaut à très peu près à un angle d'une seconde. Enfin la plaque peut aussi tourner dans un plan horizontal, car la partie du chariot sur laquelle elle est fixée forme un plateau circulaire muni de 720 dents et qui peut recevoir

un mouvement de rotation au moyen de deux vis tangentes placées de chaque côté et qui sont mues par un même bouton. Cette disposition permet d'effectuer la mesure de l'angle de position des étoiles photographiées. La précision des résultats obtenus avec cet instrument est extrêmement remarquable.

Cette méthode offre évidemment à l'activité des astronomes un champ nouveau d'exploration. Il est facile en effet d'obtenir en quelques heures, par un temps favorable, plusieurs clichés qui fourniront ensuite la matière de longues études, et ces études se feront avec beaucoup moins de fatigue qu'en employant des lunettes de dimensions exceptionnelles.

Le recensement des étoiles, l'étude des étoiles doubles et multiples ne seront pas seuls favorisés par cette méthode; la découverte des petites planètes deviendra aussi beaucoup plus facile, puisque, à cause de leur mouvement propre, elles présenteront sur les épreuves photographiques un petit trait et non un simple point comme les astres fixes. Ainsi MM. Henry ont pu trouver la trace d'un astéroïde de onzième grandeur. Il en est de même encore pour l'étude des satellites. Enfin les images des étoiles ayant un diamètre proportionné à leur grandeur, on pourra certainement obtenir des données fort intéressantes pour la photométrie. Les clichés photographiques révèlent aussi quelquefois, outre les étoiles, d'autres objets invisibles dans les plus grands instruments. C'est ainsi qu'ils ont montré près de l'étoile Maïa, dans les Pléiades, une nébuleuse qui n'avait pas encore été signalée, bien que ce soit là une constellation des plus étudiées.

La carte photographique du ciel. — En présence des résultats inespérés que fournit la méthode photographique, M. le contre-amiral Mouchez, directeur de l'Observatoire de Paris, fit ressortir la nécessité d'entreprendre immédiatement le levé de la carte complète du ciel. Réparti entre huit ou dix observatoires bien situés, ce travail peut se faire sans grands frais en quelques années, et donnera la position actuelle de vingt ou trente millions d'étoiles. Sans doute les cartes de ce genre ne peuvent indiquer des positions absolues avec la même rigueur que le calcul; il sera toujours indispensable de faire des catalogues d'étoiles fondamentales servant de point de repère; mais les cartes célestes donneront, avec une extrême précision, la position relative des astres voisins, c'est-à-dire le document le plus important pour découvrir facilement leurs mouvements propres.

Mais, pour arriver à ce résultat gigantesque, il était nécessaire d'établir au plus vite une entente préalable entre les divers observatoires, pour déterminer les conditions dans lesquelles on devait opérer et éviter que chaque observatoire commençât à prendre des clichés à une échelle et par des procédés plus ou moins différents, d'où il résulterait un regrettable désordre dans l'ensemble du travail, beaucoup de lacunes, de doubles emplois, de forces et de temps perdus.

La conférence internationale. — Grâce à l'énergique initiative de M. le contre-amiral Mouchez, ce travail colossal sera mené à bonne fin; une conférence internationale pour le levé photographique de la carte générale du ciel s'est réunie le 16 avril 1887 à l'observatoire de Paris. Elle a reconnu que les progrès

de la photographie astronomique rendent nécessaire la représentation photographique du ciel et que cette œuvre colossale doit être entreprise simultanément par un certain nombre d'observatoires convenablement choisis. Elle a décidé d'adopter des instruments à réfraction (lunettes), et non à réflexion (télescopes) qui seront semblables comme ouverture et distance focale à l'instrument actuellement installé à l'observatoire de Paris. On fera deux séries de clichés ; les uns avec une pose de quinze minutes reproduiront toutes les étoiles jusqu'à la quatorzième grandeur, et serviront à constituer la carte du ciel. Les autres épreuves, obtenues avec une pose de trois minutes environ, donneront seulement les étoiles jusqu'à la onzième grandeur, et serviront à prendre des mesures micrométriques très exactes.

La conférence a déterminé également le mode de construction des objectifs, la nature des verres dont ils devront être faits, le mode de préparation du gélatino-bromure qui devra servir pour la sensibilisation des plaques. La conférence s'est séparée le 25 avril après avoir ainsi posé les bases d'une œuvre gigantesque, qui sera peut-être le monument scientifique le plus considérable de notre époque.

« Cette carte qui sera formée, dit M. le contre-amiral Mouchez, des 1800 ou 2000 feuilles nécessaires pour représenter à une échelle suffisamment grande les 42,000 degrés carrés que comprend la surface de la sphère, et séparément à plus grande échelle, tous les groupes d'étoiles ou tous les objets présentant un intérêt spécial, léguera aux siècles futurs l'état du ciel à la fin du XIXe siècle avec une authen-

ticité et une exactitude absolues. La comparaison de cette carte avec celles qu'on pourra refaire à des époques de plus en plus éloignées permettra aux astronomes de l'avenir de constater de bien nombreux changements en position et en grandeur, à peine soupçonnés ou mesurés aujourd'hui pour un petit nombre d'étoiles seulement et d'où ressortiront certainement bien des faits inattendus et d'importantes découvertes. Cette carte donnera en outre, dès qu'elle sera terminée, la possibilité d'étudier la distribution des étoiles dans l'espace, c'est-à-dire la constitution de l'Univers visible. »

CHAPITRE XII

APPLICATIONS DIVERSES

Les photographies magiques, phosphorescentes, etc. — Les émaux photographiques. — La photosculpture. — La photographie à grande distance. — La photographie en ballon. — La photographie et les criminels. — La photographie appliquée à la médecine. — Les enregistreurs photographiques.

Dans la seconde partie de cet ouvrage, nous avons passé en revue les principales applications de la photographie ; mais il en est beaucoup d'autres auxquelles leur moindre importance ou le manque d'espace nous a empêché de consacrer un chapitre spécial et que nous devons énumérer maintenant.

Les photographies magiques. — Nous signalerons d'abord certaines épreuves assez curieuses qu'on peut obtenir facilement par les procédés ordinaires déjà décrits à l'aide de quelques artifices assez simples. On nomme photographies magiques des épreuves imprimées à l'état latent sur du papier qui reste parfaitement blanc et qui apparaissent par simple immersion dans l'eau. On emploie pour cela du papier albuminé ou salé, qu'on sensibilise en le faisant flotter cinq minutes sur un bain de nitrate d'argent à 10 %. On impressionne comme d'ordinaire et l'on fixe à l'hypo-

sulfite de soude, on traite ensuite par le sublimé corrosif qui fait disparaître l'image en formant du chlorure d'argent et du calomel; puis on fixe par derrière un papier buvard imprégné de sulfite de soude. Quand on plonge dans l'eau le sulfite se dissout et transforme le calomel en sulfure de mercure noir, ce qui fait apparaître l'image.

On peut encore obtenir d'une manière analogue des images latentes qui apparaissent par la fumée de tabac, grâce aux vapeurs ammoniacales qu'elle contient.

Les photographies phosphorescentes sont couvertes par derrière d'un sulfure phosphorescent, tel que le sulfure de calcium.

On a appelé photographies spirites des clichés sur lesquels apparaît au développement l'image d'une autre personne à côté de celle du modèle. On les obtient en photographiant cette personne avant le modèle sur la même plaque.

Enfin on peut obtenir des effets curieux en combinant plusieurs épreuves : on coupe les morceaux qu'on veut prendre, on les colle sur une même feuille, en cachant les raccords par des retouches convenables et l'on photographie le tout. C'est ainsi qu'on produit des épreuves qui montrent plusieurs fois la même personne dans des attitudes différentes ; on photographie cette personne successivement dans ces attitudes, et l'on juxtapose ces épreuves. On reproduit les scènes historiques en collant les têtes de personnages connus sur les corps de personnes quelconques qu'on a photographiées dans les attitudes nécessaires. On fait de même des photographies caricatures.

Emaux photographiques. — La photographie ne donne pas seulement des épreuves inaltérables : elle peut même fournir des images vitrifiées analogues aux émaux et comme eux indélébiles.

MM. Lafon de Camarsac, Poitevin, Geymet, de Lucy-Fossarieu, etc., ont donné divers procédés pour la production des émaux. On utilise ordinairement la propriété que possèdent les matières sucrées d'absorber l'humidité et de retenir ensuite les substances pulvérulentes. Si l'on ajoute au mélange un bichromate alcalin, les parties insolées perdent cette propriété.

On recouvre une glace de la liqueur suivante (M. Geymet) :

Eau distillée.	100 gr.
Miel épuré.	0,50 —
Gomme arabique en poudre. . .	5 —
Sirop de sucre préparé.	2 centim. cubes.
Solution saturée de bichromate d'ammoniaque	15-20 — —

puis l'on sèche à l'aide d'une douce chaleur. On expose ensuite sous un *positif* transparent, et non sous un négatif, et l'on développe en étalant de la poudre d'émail à l'aide d'un blaireau très doux. La poudre s'attache seulement aux parties qui ont été protégées par le positif, c'est-à-dire aux ombres du modèle. Après le développement, on recouvre d'une couche de collodion normal qu'on enlève ensuite avec l'image en lavant à l'eau acidulée ; puis la pellicule, bien rincée, est appliquée sur l'émail, l'image en dessus, de sorte qu'elle n'est pas retournée, et l'on achève en chauffant au rouge vif pendant quelques minutes.

On peut opérer de même sur porcelaine et sur faïence : on a même pu obtenir de la même manière des vitraux photographiques.

La photosculpture. — Un habile photographe, M. Willème, a imaginé en 1861 d'appliquer la photographie à la reproduction des statues. Le modèle, statue ou personnage vivant, étant placé sur une plate-forme spéciale, on dispose une chambre noire qui peut tourner tout autour, et à l'aide de laquelle on en prend 24 photographies dans des positions équidistantes. On place ensuite le bloc de terre glaise sur la plate-forme et, à l'aide des photographies et d'un pantographe, on le taille dans tous les sens en calquant pour ainsi dire son profil sur celui des épreuves.

Photographie à grande distance. — Depuis quelques années, plusieurs observateurs sont parvenus à photographier directement des objets, édifices, montagnes, etc., situés à une grande distance en disposant une longue vue devant l'appareil photographique.

Photographie en ballon. — Nadar a cherché le premier à obtenir de la nacelle d'un ballon des vues panoramiques de la surface du sol : il fit ses essais en 1868, dans le ballon captif de Giffard, qui était alors installé à l'hippodrome du bois de Boulogne. En 1878, M. Dagron prit du ballon captif des Tuileries le panorama du quartier du Panthéon. Mais ces premières expériences, faites à l'aide du collodion, ne pouvaient pas donner de bien bons résultats, et les plaques au gélatino-bromure purent seules, par leur extrême sensibilité, permettre d'obtenir de bonnes épreuves.

M. Triboulet en 1879, et M. Paul Desmarets à Rouen en 1880, réussirent les premiers : M. Pinard obtint à Nantes, le 14 juillet 1885, des épreuves d'assez grande dimension. Citons encore les essais de M. Glaisher à Boston, de M. Cecil W. Shadbolt à Londres. M. Tissandier avec M. Ducom en 1885 et avec M. Paul Nadar en 1886, MM. Renard et Georget en 1885, et M. le commandant Fribourg en 1886 à l'atelier d'aérostation militaire de Meudon arrivèrent à obtenir des vues remarquables de Paris et des environs.

La méthode suivie dans toutes ces expériences est à peu près la même : la chambre noire peut être fixée sur le bord de la nacelle ou tenue à la main si l'on se sert d'un obturateur instantané : il est bon d'employer une chambre munie d'un chercheur qui permette de voir quelle est la partie du panorama qui est comprise dans le champ de l'appareil.

Les vues obtenues en ballon monté ont l'inconvénient d'être coûteuses et pourraient être remplacées, dans certains cas, au moins pour la photographie à petite hauteur, par des photographies prises en ballon captif non monté à l'aide d'un obturateur fonctionnant à distance. Différents expérimentateurs, notamment M. Triboulet, M. Eleslade, M. Cassé ont essayé cette méthode dans ces dernières années. L'appareil de M. Triboulet se composait d'une caisse hexagonale contenant sept chambres noires dont une a son objectif placé verticalement et les six autres latéralement. Un petit ballon captif de 150 mètres cubes suffit à enlever cet appareil. Au moment voulu, l'observateur, resté à terre, fait déclancher les obturateurs en lançant un courant électrique dans des électro-aimants qui les

commandent. Les vues prises par ces différents procédés peuvent évidemment rendre de précieux services à l'art militaire pour les reconnaissances et à la géographie pour donner l'aspect de régions peu connues ou inaccessibles.

La photographie et les criminels. — La photographie peut aider puissamment l'action de la justice : ainsi en Angleterre, dans un espace de quatorze mois. 373 criminels furent arrêtés d'après leurs portraits. En outre, elle révèle facilement les falsifications de toute espèce. M. Gobert a réussi, par la photographie et l'agrandissement, à déceler, sans détruire la pièce originale, les grattages et les surcharges d'écritures, les fausses signatures ; le même procédé s'applique aussi aux fausses pièces de monnaie. M. Ferrand a montré que la photographie peut faire apparaître des caractères cachés sous une tache d'encre ou sous une autre écriture, à cause du pouvoir photogénique différent des deux encres. Le laboratoire municipal de Paris emploie la photographie microscopique pour déceler les falsifications.

La photographie appliquée à la médecine. — Le Dr Vogel raconte qu'une dame s'étant fait photographier, l'opérateur vit avec surprise sur le portrait une foule de petits points qui n'existaient pas sur la figure du modèle : le lendemain, cette dame avait la petite vérole. La photographie pourrait donc servir utilement à l'étude des maladies de la peau.

On l'emploie à la Salpétrière pour étudier les divers états d'un malade, ce qui peut donner des renseignements utiles pour la même maladie. M. Londe a fait disposer à cet effet neuf objectifs rangés en

couronne qui sont démasqués successivement par un déclanchement électrique, et donnent les différentes attitudes du malade.

Les enregistreurs photographiques. — On sait que la météorologie emploie aujourd'hui des instruments qui inscrivent d'une manière continue sur une bande de papier des données importantes, telles que la pression barométrique, la température, l'état électrique de l'atmosphère. La photographie se prête merveilleusement à cette application. Ainsi l'aiguille de l'électromètre peut porter un miroir qui renvoie sur un papier sensible un petit faisceau lumineux ; le papier s'avance d'un mouvement continu, et la trace lumineuse produit une ligne qui suit les mouvements de l'aiguille et indique les variations de l'état électrique.

CONCLUSION

Ce chapitre termine la description des différentes découvertes que nous nous sommes proposé de passer en revue. Après avoir indiqué les principales méthodes photographiques qui se sont succédé depuis les travaux de Niepce et de Daguerre, après avoir fait ressortir les qualités propres à chacune d'elles et les usages auxquels elles conviennent le mieux, nous avons fait connaître également leurs applications. Nul champ n'est plus vaste et, bien que la photographie compte à peine un demi-siècle d'existence, il n'est aucune science, aucun art qui ne soit son tributaire. Elle permet au savant de conserver la preuve indéniable de ses découvertes, au voyageur de montrer l'aspect exact des pays qu'il a parcourus ; grâce à elle, nous pouvons aujourd'hui obtenir des copies exactes des manuscrits les plus rares et des reproductions fidèles des chefs-d'œuvre des grands maîtres.

Parmi les nombreuses applications qui avaient été entrevues dès l'origine et dont un grand nombre ne donnaient, il y a quelques années, que des résultats très imparfaits ou n'avaient même pas pu être

essayées, la plupart, comme la gravure, la photographie instantanée, la photographie astronomique, sont aujourd'hui en plein développement. Il en est cependant encore quelques-unes pour lesquelles tous les efforts ont échoué jusqu'à présent, par exemple la photographie des couleurs ; mais les résultats obtenus sont trop beaux pour qu'il soit permis de désespérer, et nous avons la confiance que dans un avenir peu éloigné la photographie nous aura livré tous ses secrets.

TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE. V

PREMIÈRE PARTIE. — *Méthodes et appareils photographiques*. 7

CHAPITRE PREMIER. — *Principe de la photographie*. 7
Découverte de la chambre noire par Porta, 7. — Chambre sans lentille, 8. — Chambre munie d'une lentille, 9. — Disposition ordinaire de la chambre noire, 10. — Objectifs, 11. — Phénomènes chimiques de la photographie, 11.

CHAP. II. — *Les anciens procédés*. 12
Le daguerrotype, 12. — La photographie sur papier et sur albumine, 13. — Avantages du collodion, 13. — Composition du collodion; ses propriétés, 14. — Collodion photographique, 16. — Liqueurs iodo-bromurées pour collodion normal, 17. — Nettoyage et polissage des glaces, 18. — Dépôt de la couche de collodion, 20. — Sensibilisation 21. — Exposition, 22. — Développement, 23. — Renforcement, 24. — Fixage, 25. — Renforcement après fixage, 27. — Vernissage, 29.

CHAP. III. — *Positifs aux sels d'argent*. 31
Préparation du papier chloruré et albuminé, 31. — Sensibilisation, 32. — Exposition. 33. — Virage, 34. — Fixage, 35. — Opérations accessoires, 37. — Positifs sur verre. Positifs directs, 38. — Ferrotypie, 39.

CHAP. IV. — *La retouche*. 41
Nécessité des retouches, 41. — Retouche des clichés, 41. — Principaux défauts des clichés, 42. — Matériel nécessaire pour la retouche, 42. — Retouche des épreuves positives, 45.

CHAP. V. — *Négatifs sur collodion sec*. 46
Avantages des glaces sèches, 46. — Différentes variétés de collodions secs, 47. — Préservateurs au miel, à la morphine, etc., 48. — Procédé Russel au tannin, autres préservateurs au tannin, 49. — Procédé Taupenot à l'albumine, 50. — Préservateur à la dextrine, 51. — Collodions secs sans préservateurs, 51. — Collodio-bromure d'argent, procédé Chardon, 52.

CHAP. VI. — *Négatifs au gélatino-bromure d'argent* 55
Historique, 55. — Poitevin propose l'emploi de la gélatine, 55. — Le bromure d'argent employé comme accélérateur dans le daguerréotype, 55. — Premiers essais de gélatino-bromure. Influence de la maturation, 56. — Avantages et inconvénients de cette émulsion, 56. — Préparation des plaques, 58. — Formules diverses, 58. — Procédés à l'ammoniaque, 61 ; au nitrate d'argent ammoniacal, 62. — Addition d'iodure et de chlorure d'argent, 62. — Exposition, 63. — Développement au fer, 63 ; à l'acide pyrogallique, 65. — Fixage, 67. — Renforçage, 67. — Séchage, 68. — Glaces isochromatiques, 69.

CHAP. VII. — *Négatifs sur papier ou sur pellicules*. 73
Comparaison du verre et du papier comme support, 73. — Différence entre les procédés sur papier anciens et nouveaux, 75. — Pellicules sur carton, procédé Thiebaut, 75. — Papiers pelliculaires, procédé Balagny, 76. — Procédé Chardon et autres, 78. — Châssis extenseurs et porte-membranes pour papiers négatifs, 79. — Appareil de voyage de M. Perron, 80. — Châssis Eastman-Walker, 83. — Clichés pelliculaires sur gélatine, plaques souples de M. Balagny, 84. — Nécessité de retourner les clichés dans certaines méthodes, 86. — Redressement dans la chambre noire, 87. — Redressement par transport sur pellicule, 88.

CHAP. VIII. — *Procédés divers pour positifs aux sels d'argent d'urane, de platine*. 89
Procédés sur papier aux sels d'argent avec développateurs, 89. — Procédé Vigier, 90. — Autres procédés analogues, 90. — Procédés aux sels d'urane, 90. — Collodio-chlorure, 91. — Platinotypie, 91. — Papier sépia, 93. — Positifs sur papier au ferro-prussiate, 94. — Papiers positifs au gélatino-bromure d'argent, procédé Eastman, 94. — Positifs instantanés, 96.

CHAP. IX. — *Positifs au charbon*. 97
Altérabilité des épreuves aux sels d'argent, 97. — Préparation du papier au charbon, 98. — Exposition, 99. — Photomètre Vidal, 99. — Difficulté du développement, 100. — Utilité du transfert, 100. — Méthodes par double transfert, 101. — Méthodes par simple transfert, 103. — Epreuves monochromes, 104. — Production des couleurs au développement, procédé Poitevin, 105.

CHAP. X. *Achromatisme des objectifs*; *correction des foyers chimiques* 107
Différence des foyers chimiques et des foyers lumineux, 107. Spectre solaire, 108. — Inégalité d'action des différentes lumières, 110. — Irisations des images données par les lentilles, 111. — Lentilles achromatiques, 112. — Vérification de l'achromatisme. Focimètre, 113. — Correction des foyers chimiques, 114.

CHAP. XI. — *Objectifs simples et composés*. 115
Aberration de sphéricité des lentilles, 115. — Objectifs simples, 116. — Diaphragmes, 116. — Objectifs doubles 118. — Objectifs aplanétiques ou rectilinéaires, 119. — Combinaisons diverses: aplanat, doublet, périscope,

objectif-globe, triplet, 120. — Objectifs à foyers multiples, 121. — Mesure de la distance focale, méthodes diverses, 123.

CHAP. XII. — *La mise au point*. 129
Choix des appareils, 129. — Importance de l'horizontalité parfaite de la chambre, 130. — Parallélisme du modèle et de la glace, 131. — Examen du sujet, 132. — Iconomètre photographique, 133. — Chercheur focimétrique, 134. — Chambres à bascule, 135. — Mise au point, 138.

CHAP. XIII. — *Chambres noires d'atelier*. 139
Description de la chambre noire, 139. — Types divers, 140. — Chambre universelle, 140. — Chambre à portraits, 140. — Chambre à reproductions, 142. — Chambres avec plusieurs objectifs, 142. — Châssis négatifs, 143. — Châssis multiplicateurs: écrans; intermédiaires, 144.

CHAP. XIV. — *Appareils de voyage et de poche*. 147
Chambres de voyage, 148. — Instantographe Morgan, 149. — Châssis négatifs, 150. — Boîtes à escamoter, 151. — Appareil Chauvet, 152. — Appareils pour vues instantanées, 154. — Appareil Enjalbert, 155. — Appareils à mise au point automatique, 158. — L'Express-détective P. Nadar, 160. — Appareils de poche, 162. — Chapeau photographique, 162. — Photorevolver, 163.

CHAP. XV. — *La photographie sans objectif*. 165
Inconvénients des objectifs, 165. — Avantages des chambres à petite ouverture, 166. — Appareil de M. Colson; sténopé-photographe, 167. — Importance de la forme et de la dimension des orifices, 169. — Applications, 169. — Photo-sténographe, 171.

CHAP. XVI. — *La photographie sans appareil*. 172
Premiers essais, 172. — Reproductions sur papier au ferro-prussiate, 172. — Papier au cyano-fer, 177. — Autre procédé, 179. — Photographies d'éclairs, 180. — Reproductions de médailles, etc., 180.

CHAP. XVII. — *Le temps de pose*. 183
Importance du temps de pose, 183. — Influence de la lumière et du sujet, 183. — De l'objectif et du diaphragme, 184. — Calcul du temps de pose : méthode de M. Dorval, 185. — Influence des substances sensibles, 188. — Photomètres et actinomètres, 189. — Actinomètres chimiques et électriques, 189. — Actinomètres au chlorure d'argent, 190. — Actinomètres à phosphorence, 191. — Radiomètre photographique, 193. — Sensilomètres, 196.

CHAP. XVIII. — *Les obturateurs*. 198
But des obturateurs, 198. — Obturateurs à guillotine, 199. — Conditions de grandeur et de position que doit remplir un bon obturateur, 199. — Obturateur Londe-Dessoudeix, 205. — Obturateur Thury et Amey, 206. — Obturateurs à volets, 207. — Système Guerry, 208. — Obturateur Laverne, 211. — Obturateur chronométrique de Boca, 212. — Mesure de la vitesse des obturateurs, 215. — Méthode graphique, 216. — Méthodes optiques: appareil de M. Vidal, 217. — Expériences de M. Londe, 220.

CHAP. XIX. — *L'atelier et l'éclairage*. 223
Disposition et éclairage de l'atelier pour les reproductions,

pour les portraits, 222. — Conditions pour obtenir de bons paysages, 225. — Photographie à la lumière artificielle; Lumière électrique, 226. — Installation pour portraits, 227. — Lampes au magnésium, 229. — Photographie des grottes et autres lieux inaccessibles à la lumière du jour, 232. — Exploration des cavernes de Chancellade par la photographie, 232.

CHAP. XX. — *Le laboratoire*. 235
Le cabinet noir, son éclairage, 235. — Lanternes de laboratoire, 236. — Installation et disposition des appareils, 240. — Laboratoire clair, 240. — Ustensiles divers, 241. — Conservation des solutions de sulfate de fer, 242. — Balances, 243. — Double pesée, 244. — Aréomètres, 245. — Laboratoires de voyage, 246.

DEUXIÈME PARTIE. — *Les applications de la photographie* 249

CHAPITRE PREMIER. — *La gravure photographique*. 249
Utilité des tirages mécaniques, 249. — Différentes espèces de gravures, 250. — Gravure en creux par moulage et par réserves, 251. — Nécessité du grain, 252. — Essais de gravure à l'aide des plaques daguerriennes : procédés Fizeau, Berres, Donné, Grove, 252. — Procédés Niepce de Saint-Victor, 255. — Talbot, Nègre, 256. — Gravure par moulage : procédés Poitevin, 257. — Woodbury, 258. — Geymet, 259. — Rousselon, 260. — Photoglyptie, 261.

CHAP. II. — *La photolithographie et la phototypie* 265
Photolithographie : Premiers essais, procédé Barreswill, 265. — Procédé Poitevin, 266 — Emploi d'une couche continue de gélatine : phototypie, 267. — Procédé Tessié du Molay et Maréchal, 267. — Albertypie, 268. — Procédé Obernetter, 269. — La phototypie à la portée de tout le monde, 269. — Autres procédés divers, 270. — Héliotypie, 271. — Photolithographie par report : photozincographie, 272.

CHAP. III. — *La Phototypographie*. 274
Son importance, 274. — Insuffisance des procédés par moulage, 275. — Procédés par réserves, 276. — Paniconographie, 276. — Préparation des planches, 278. — Gillottage, 279. — Photogravure directe, 283. — Chromotypographie, 283. — Autres procédés, 286.

CHAP. IV. — *La photographie des couleurs*. 289
Premiers essais de reproduction des couleurs, 289. — Expériences de M. Becquerel, de Niepce de Saint-Victor, de Poitevin, 290. — Héliochromie ; procédé Ducros du Hauron, 292. — Procédé Cros, 295. — Photochromie : procédé L. Vidal, 295.

CHAP. V. — *La photographie instantanée* 297
Les merveilles de la photographie instantanée, 297. — Procédés de photographie instantanée. — Comment obtient-on des photographies instantanées, 298. — Influence de la distance focale et du diaphragme, 299. — Applications de la photographie instantanée, 300. — Etude photogra-

phique de la locomotion : expériences de M. Muybridge, 302. — Fusil photographique de M. Marey, 303. — Fusil photographique de M. H. Fol, 308.

Chap. VI. — *Le Stéréoscope*. 312
Effets de la vision binoculaire, 312. — Stéréoscope à miroirs, 314. — Stéréoscope à prismes, 315. — Stéréoscope américain, 316. — Projections stéréoscopiques ; Images stéréoscopiques, 317. — Appareils pour vues stéréoscopiques, 318.

Chap. VII. — *Les vues panoramiques*. 322
Premiers appareils panoramiques, 322. — Emploi des objectifs grands angulaires, 322. — Cylindrographe de M. Moëssard, 323. — Applications à la topographie, 325.

Chap. VIII. — *Les agrandissements*. 327
Inconvénients des grands clichés, 327. — Production directe d'un grand positif, 330. — Appareil solaire, 331. — Emploi des lumières artificielles, 332. — Agrandissements par développement, 335. — Production d'un cliché agrandi, 335. — Modification des méthodes précédentes, 336. — Agrandissements par projection, 337.

Chap. IX. — *La photographie microscopique*. 339
Première application : les bijoux photographiques, 339. — Tirage des épreuves, 339. — Les dépêches microscopiques du siège de Paris, 340. — Les pigeons voyageurs, 340. — Agrandissement des dépêches à l'arrivée, 342.

Chap. X. — *La photomicrographie* 343
Importance de la photographie pour les études microscopiques, 343. — Appareil pour petites épreuves, 346. — Mise au point, 347. — Eclairage des objets, 348. — Appareils à amplication directe, 349. — Appareil du docteur Roux, 350. — Correction des foyers chimiques, 352. — Choix des substances sensibles : négatifs sur albumine, 352. — Positifs sur collodion, 353.

Chap. XI. — *La photographie astronomique*. 355
Utilité de la photographie en astronomie, 355. — Difficultés à vaincre : critiques de Mœdler, 356. — Appareils pour la photographie astronomique, 359. — Photographie de la lune et du soleil : les éclipses, les protubérances, 360. — Les passages des planètes, 360. — Appareil nouveau de MM. Henry, 361. — La carte photographique du ciel, 365. — La conférence internationale, 365.

Chap. XII. — *Applications diverses*. 368
Les photographies magiques, phosphorescentes, etc., 368. — Les émaux photographiques, 370. — La photosculpture, 371. — La photographie à grande distance, 371. — La photographie en ballon, 371. — La photographie et les criminels, 373. — La photographie appliquée à la médecine, 373. — Les enregistreurs photographiques, 374.

TABLE DES SPÉCIMENS

HORS TEXTE

PLANCHE I. — Spécimen de photoglyptie *(Lemercier et Cie)* . . . . . En regard du titre

PLANCHE II. — Épreuve obtenue par contact sur papier *Morgan* au gélatino-bromure d'argent. . . . . Entre les pages 80 et 81

PLANCHE III. — Épreuve héliotypique *(Emrik et Binger, à Haarlem)*. . . . . Entre les pages 272 et 273

4141. — TOURS, IMP. E. ARRAULT ET Cie

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, Rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain, Paris.

BIBLIOTHÈQUE DES CONNAISSANCES UTILES

NOUVELLE COLLECTION

De volumes in-16, comprenant 400 pages

ILLUSTRÉS DE FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

et cartonnés

Prix de chaque volume, 4 fr.

La Bibliothèque des Connaissances utiles a pour but de vulgariser les notions usuelles que fournit la science et les applications sans cesse plus nombreuses qui en découlent pour les Arts, l'Industrie et l'Économie domestique.

Son cadre comprend donc l'universalité des sciences en tant qu'elles présentent une utilité pratique au point de vue soit du bien-être, soit de la santé. C'est ainsi qu'elle abordera les sujets les plus variés : *industrie agricole et manufacturière, chimie pratique, médecine populaire, hygiène usuelle*, etc.

Ceux qui voudront bien recourir à cette *Bibliothèque* et la consulter au jour le jour, suivant les besoins du moment, trouveront intérêt et profit à le faire, car ils y recueilleront nombre de renseignements pratiques, d'une utilité générale et d'une application journalière.

EN VENTE

Les Secrets de la Science et de l'Industrie. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. Héraud. 1 vol. in-16, avec 165 figures, cart. 4 fr.

L'ÉLECTRICITÉ, LES MACHINES, LES MÉTAUX, LE BOIS, LES TISSUS, LA TEINTURE, LES PRODUITS CHIMIQUES, L'ORFÈVRERIE, LA CÉRAMIQUE, LA VERRERIE, LES ARTS DÉCORATIFS, LES ARTS GRAPHIQUES.

Les Secrets de l'Économie domestique, à la ville et à la campagne. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. Héraud. 1 vol. in-16, avec 260 figures, cart..... 4 fr.

L'Industrie laitière, lait, beurre et fromages, par M. E. de Ferville, chimiste, agronome, chargé de missions scientifiques à l'étranger. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart..... 4 fr.

Nouvelle médecine des familles, à la ville et à la campagne, à l'usage des familles, des maisons d'éducation, des écoles communales, des curés, des sœurs hospitalières, des dames de Charité et de toutes les personnes bienfaisantes qui se dévouent au soulagement des malades, par le Dr A. C. de Saint-Vincent. 9e *édition*, revue et corrigée. 1 vol. in-16 avec 142 figures, cart.. 4 fr.

LES REMÈDES SOUS LA MAIN, EN ATTENDANT LE MÉDECIN, EN ATTENDANT LE CHIRURGIEN, L'ART DE SOIGNER LES MALADES ET LES CONVALESCENTS.

La Gymnastique et les exercices physiques. par le Dr Leblond, avec une introduction par H. Bouvier, membre de l'Académie de médecine et de la Commission de gymnastique au ministère de l'Instruction publique. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart.. 4 fr.

MARCHE, COURSE, DANSE, NATATION, ESCRIME, ÉQUITATION, CHASSE, MASSAGE, EXCERCICES GYMNASTIQUES, APPLICATION AU DÉVELOPPEMENT DES FORCES, A LA CONSERVATION DE LA SANTÉ ET AU TRAITEMENT DES MALADES.

Premiers secours en cas d'accidents ou d'indispositions subites, par E. Ferrand et A. Delpech, membre de l'Académie de médecine. 3e *édition*, augmentée de nouvelles instructions du Conseil d'hygiène publique et de salubrité de la Seine. 1 vol. in-16 avec 86 figures, cart... 4 fr.

LES EMPOISONNÉS, LES NOYÉS, LES ASPHYXIÉS, LES BLESSES DE LA RUE, DE L'USINE ET DE L'ATELIER, LES MALADIES A INVASION SUBITE, LES PREMIERS SYMPTOMES DES MALADIES CONTAGIEUSES.

SOUS PRESSE

Les Secrets de l'alimentation. Recettes, formules et procédés d'une utilité générale et d'une application journalière, par le professeur A. Héraud. 1 vol. in-16, avec 200 figures, cart..... 4 fr.

Les Industries d'amateurs, le papier, le bois, le verre, la porcelaine et le fer, par H. de Graffigny. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart..... 4 fr.

Les Matières colorantes et la Teinture, par M. Tassart, ingénieur, répétiteur à l'Ecole centrale des arts et manufactures. 1 vol. in-16, cart... 4 fr.

Les Constructions agricoles et l'Architecture rurale, par E. Buchard, ingénieur, agronome, lauréat de la Société d'Agriculture. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart..... 4 fr.

Les Animaux de la ferme, par E. Guyot, ancien élève diplômé des écoles d'agriculture, membre de la Société des agriculteurs de France. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart..... 4 fr.

Les Essais commerciaux et industriels. Guide pratique du fabricant et de l'acheteur. 1 vol. in-16, avec 80 figures, cart.... 4 fr.

La Fabrication des liqueurs. 1 vol. in-16, cart..... 4 fr.

L'Électricité à la maison. 1 vol. in-16, avec 100 figures, cart. 4 fr.

GETTY CENTER LIBRARY
3 3125 00969 1003